

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Konstrukce nové generace zámků pátých dveří osobních automobilů

Construction of a new generation latch of car
tailgate

Student:
Vedoucí bakalářské práce:

Marek Švacha
doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D

Zadání bakalářské práce

Student: **Marek Švacha**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení
Specializace: 70 Zemní, těžební a stavební stroje
Téma: **Konstrukce nové generace zámku pátých dveří osobních automobilů**
Construction of a New Generation Latch of Car Tailgate
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

V bakalářské práci navrhnete vnější část zámku pátých dveří automobilu pro nové vnitřní ústrojí zámku. Konstrukce musí být provedena tak, aby byla zachována zástavba stávajícího zámku pátých dveří včetně dalších požadovaných provozních parametrů. Práce bude obsahovat rešerši současných řešení zámků – analýzu předmětné problematiky, návrh konstrukčních úprav včetně základních pevnostních a kinematických výpočtů. Pro zvolené řešení zpracujete zkrácenou technickou dokumentaci v požadovaném rozsahu. Bližší specifikace provozních podmínek a parametrů určí zadavatel - BRANO, a.s.

Seznam doporučené odborné literatury:

JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1. vydání, Praha: Ediční středisko ČVUT v Praze, 1999. 119 s.
KALÁB, K. *Části a mechanismy strojů pro bakaláře - části spojovací*. Ostrava: Ediční středisko VŠB-TUO, Ostrava, 2007. ISBN 978-80-248-1290-8
BOLEK, A. a kol. *Části strojů*. Praha: SNTL Praha, 1990.
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36s.
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: ČNI, srpen 1996. 32s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.**

Datum zadání: 20.12.2019
Datum odevzdání: 18.05.2020

doc. Ing. Jiří Fries, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. Ing. Robert Čep, Ph.D.
děkan fakulty

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě dne 18. května 2020.

.....
Podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem si vědom, že na tuto moji závěrečnou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. Zákon o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (dále jen Autorský zákon), zejména § 35 (Užití díla v rámci občanských či náboženských obřadů nebo v rámci úředních akcí pořádaných orgány veřejné správy, v rámci školních představení a užití díla školního) a § 60 (Školní dílo),
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo užít tuto závěrečnou bakalářskou práci nekomerčně ke své vnitřní potřebě (§ 35 odst. 3 Autorského zákona),
- bude-li požadováno, jeden výtisk této bakalářské práce bude uložen u vedoucího práce,
- s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 Autorského zákona,
- užít toto své dílo, nebo poskytnout licenci k jejímu využití, mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše),
- беру на вѣдомі, že – podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů – že tato bakalářská*) práce bude před obhajobou zveřejněna na pracovišti vedoucího práce, a v elektronické podobě uložena a po obhajobě zveřejněna v Ústřední knihovně VŠB-TUO, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

•

V Ostravě dne

.....
Podpis autora práce

ANOTACE BAKALAŘSKÉ PRÁCE

ŠVACHA,M. *Konstrukce nové generace zámků pátých dveří osobních automobilů*. Ostrava : VŠB-Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2020, 48 s.

Vedoucí práce : doc. Ing. Fries Jiří, Ph.D

Bakalářská práce zahrnuje návrh a *konstrukce nové generace zámku pátých dveří automobilu*. Návrh pojednává o změně dnes používaného mechanismu. Modifikovaný zámek je určen pro automobily nové generace, které obsahují dotahovač. Podmínky, podklady a výchozí modely vychází z firmy Brano a.s., která je i zadavatelem. Zámek musí být zachován funkční a musí být zachována původní geometrie, aby bylo možné zámek montovat do stávajících automobilových koncernů. Bakalářská práce obsahuje rešerši na historii a problematiku zámku, typy zámku. Řešení a složení jednotlivých článků zámkového systému, které byly propočteny, nadimenzovány a řešeny v CAD softwarech.

ŠVACHA,M. *Construction of a new generation latch of car tailgate*. Ostrava : VŠB-Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design 2020, 48 p..

Thesis head : doc. Ing. Fries Jiří, Ph.D

The bachelor thesis includes the proposal and construction of a new generation of car fifth door locks. The proposal deals with a change in the mechanism used today. The modified lock is designed for new generation of cars that contain an actuator. The conditions, documents and initial models are based on the company Brano a.s., which is also the contracting authority. The lock must be kept functional and the original geometry must be preserved in order to be able to install the lock in existing automotive concerns. The bachelor's thesis contains research on the history and issues of the locker, types of locker. Solution and composition of individual parts of the lock system, which were calculated, dimensioned and solved in CAD software.

1	ÚVOD.....	2
2	REŠERŠE DANÉ PROBLEMATIKY.....	3
2.1	Základní informace	4
2.2	Vývoj automobilových zámků.....	9
2.3	Testování zámku	12
3	VÝCHOZÍ MODEL ZÁMKU A ZADÁNÍ.....	15
4	NÁVRH MECHANISMU.....	16
4.1	Jednotlivé části zámku	16
5	Kontrola mechanismu.....	19
5.1	Kontrola čepu.....	22
5.2	Návrh základní deska.....	29
5.3	Housing.....	32
6	Závěr.....	39
	Seznam použité literatury	40
7	SEZNAM PŘÍLOH	42

Seznam použitých zkratk a symbolů

Značka	Význam	Jednotky
π	Pí	-
σ_d	Dovolené napětí	[MPa]
$\sigma_{o \max}$	Maximální ohybové napětí	[MPa]
σ_{red}	Redukované napětí	[MPa]
τ_d	Dovolené napětí ve smyku	[MPa]
τ_{Dr}	Napětí ve smyku	[MPa]
τ_{DR1}	Napětí ve smyku	[MPa]
τ_{DR2}	Napětí ve smyku	[MPa]
A_y	Síla působící na čep Rohatky	[N]
a	Délka na čepu	[mm]
B_y	Reakce od západky	[N]
b	Rozměr	[mm]
C_y	Síla působící na čep Západky	[N]
c	Délka na čepu	[mm]
D	Délka na čepu	[mm]
D_r	Rozměr čepu	[mm]
D_{R1}	Rozměr čepu	[mm]
D_{R2}	Rozměr čepu	[mm]
F	Síla	[N]
F_0	Síla působící od Strikeru	[N]
F_{ξ}	Síla na čep	[N]
G	Gravitační síla	[N]
g	Gravitační zrychlení	[m·s ⁻²].
k_s	Bezpečnost	-
L_1	Délka na čepu	[mm]
L_2	Délka na čepu	[mm]
l_1	Délka na Rohatce	[mm]
l_2	Délka na Rohatce	[mm]
l_{pos}	Velikost posunutí	[mm]
$M_{o \max}$	Maximální ohybový moment	[N·m]
p	Tlak	[MPa]
p_d	Měrný dovolený tlak	[MPa]
p_{R1}	Tlak	[MPa]
p_{R2}	Tlak	[MPa]
p_r	Tlak	[MPa]
R_1	Reakce vyvozená deskou	[N]
R_2	Reakce vyvozená deskou	[N]
R_e	Mez kluzu	[MPa]
W_o	Průřezový modul v ohybu	[mm ³]
\emptyset	Průměr	-

1 ÚVOD

Zámkové systémy jsou složitá a obtížná problematika. Zabývají se jimi různé specializované firmy. Tyto firmy se snaží vyhovět požadavkům zákazníků, zdokonalovat a zjednodušovat výrobu. Jednou ze zmíněných firem je Brano a.s., které se úspěšně daří řešit danou problematiku.

Díky vstřícnosti zmíněné celosvětově úspěšné firmy mi byla umožněna studijní stáž, při které jsem mohl vytvořit svou bakalářskou práci. Během této stáže jsem získal cenné zkušenosti do života z firemního provozu.

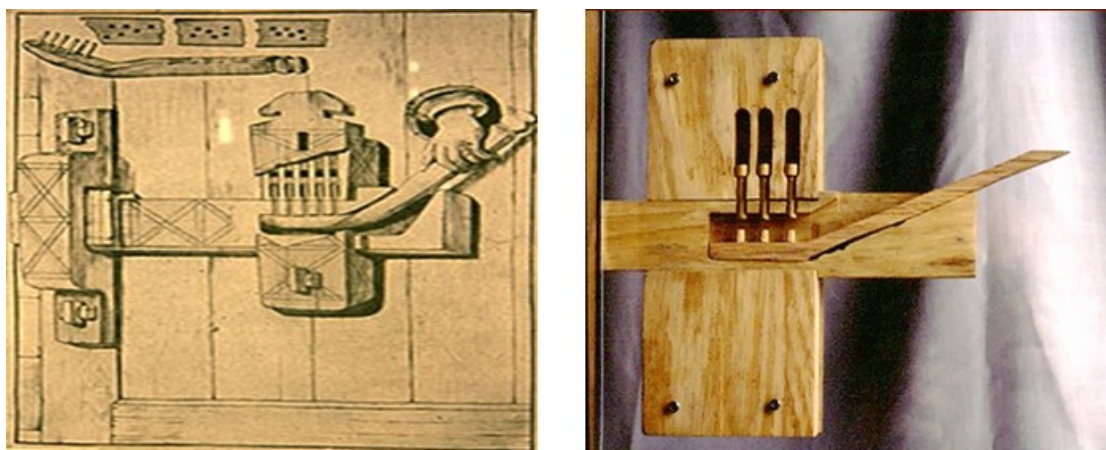
Bakalářská práce je rozdělená na dvě části. První část pojednává o celkové historii zámkových systémů, popisu jednotlivých zámkových částí a uvedení do problematiky zámku nové generace, které využívají dotahovač.

Druhá část řeší modifikaci mechanismu, která vychází z předchozího typu zámku. Zmiňuji v ní postupný návrh, rozložení zatížení v systému, montáž jednotlivých dílů a celkový vzhled.

Cílem této práce bylo návrh zámku pro novou generaci vozidel, které jsou vybaveny aktuátory a musí být dotahovány přes dotahovač do druhého západu.

2 REŠERŠE DANÉ PROBLEMATIKY

Už od počátku historie se lidé snaží zabezpečovat svůj majetek a to ještě před prvními trestnými zákony, ve kterých byla krádež považovaná jako zločin a trestný čin. Lidé hledali způsob jak ochránit svůj majetek. Již 3 tisíce let př.n.l. ve starém Egyptě vznikl první zámkový mechanismus (obr. 1). Tento mechanismus zlehka připomíná koncept dnešních běžných západkových zámků. Mechanismus byl vytvořen ze dřeva a odemykal se dřevěným klíčem, který měl funkci vysunout dřevěné kolíky, neboli západky, které vlivem působení gravitačního pole země byly tlačeny do spodní klidové pozice. To zabráňovalo otevření dveří. Následně dřevo bylo nahrazeno bronzem, který je pevnější a lépe se tvaruje [1].



Obr. 1 Egyptský mechanismus[2]

S postupným rozvojem technologií lidé začínají migrovat. To vede k vývoji různých dopravních prostředků. Člověk si svůj majetek začal skladovat do různých truhel, kufrů, beden, skříní, šperkovnic. To vede k vývoji visacích zámků. Visací zámků mají obrovskou výhodu. Jsou obvykle menší, jednodušší a hlavně začaly splňovat účely mobility. Nevýhodou je nutnost kování pro umístění zámku.

Počátkem 17. století, v době renesance, se ze zámků stává také umění. Už neslouží jen jako bezpečnostní prvek proti krádeži. Jsou bohatě zdobeny vysekáváním otvorů, zdobením, napouštěním, tepáním (technika zpracování plechu různými kovotepeckými kladívky) [1].

Vozidla se stávají nedílnou součástí lidských životů. Vznikají různé firmy a pásové výroby. S prvním pásově vyráběným automobilem FORD Model T (Obr. 2.) přichází Henry Ford v roce 1909. Od té to doby se vozidla začínají vyvíjet do podoby, ve které je známe dnes. Vozidla jsou

vybavena úložnými prostory, místy k sezení a už neslouží jako tažný prostředek. Vozidla má každá rodina a jsou nedílnou součástí našich životů [4].



Obr. 2 FORD T 1909 [5]

2.1 Základní informace

Nákladový prostor je opatřen “dveřmi“. V automobilovém průmyslu se užívá termín páté dveře. Páté dveře musí být snadno přístupné a disponovat možností co nejrychleji je zavřít a otevřít. Jsou vybaveny různými typy zámků, které neslouží jen k ochraně majetku uvnitř. Musí také udržet dveře po celou dobu přepravy v zavřené poloze a to i v případě havárie.



Obr. 3 Popis obrázku

1 – zámek; 2 – striker

Zámek se nachází ve dveřích (pozice 1) a zapadá do „strikeru“ (pozice 2), (Obr. 3), který se nachází ve vestavbě automobilu.

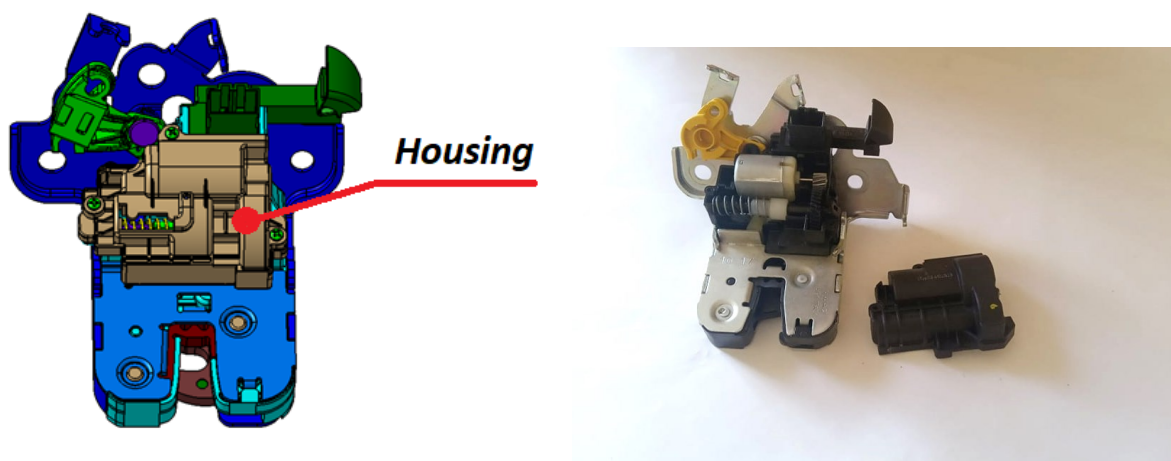
„Striker“ (Obr. 4) má velice jednoduchou konstrukci a je přidělaný dvěma šrouby do nosné konstrukce vozu. Musí zachytávat mimo jiné sílu od zámku F, viz šipka (Obr. 4). Jeho konstrukci si určuje automobilový výrobce a vyrábí se v různých provedeních (Obr. 4).



Obr. 4 Druhy strikeru a působení na zámek[6][7]

2.1.1 Jednotlivé prvky zámku

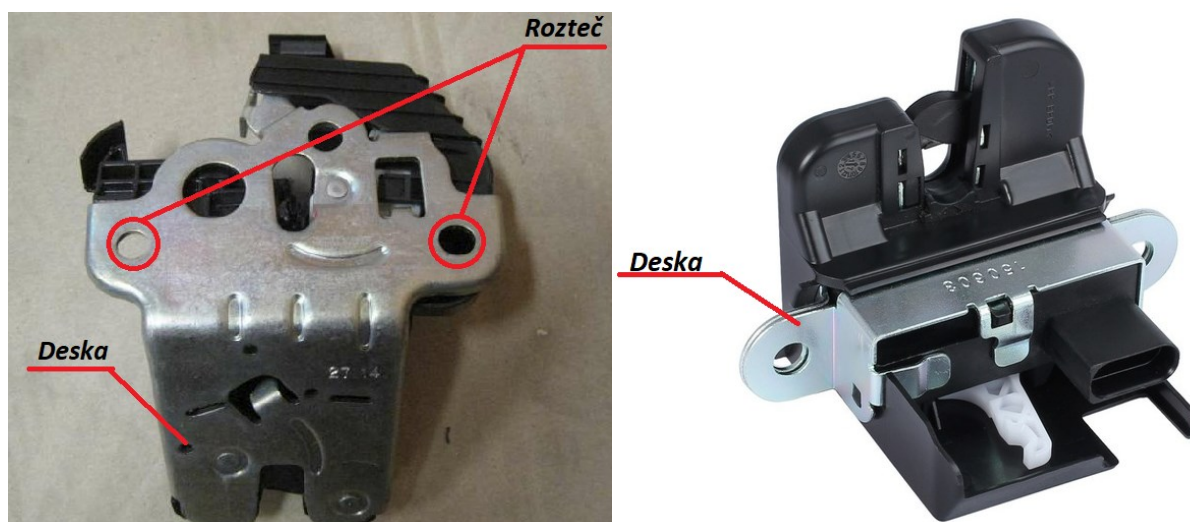
Jednou z hlavních částí zámku je „housing“ (tělo zámku, Obr. 5), který kryje a chrání veškeré komponenty zámku před neodbornými zásahy do něho. Vzhled a jeho parametry udává výrobce automobilu.



Obr. 5 Zámek ŠKODA AUTO [7]

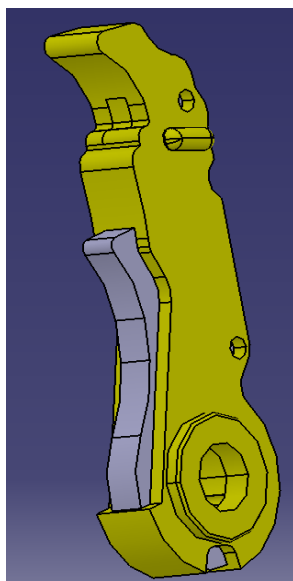
Základní deska (Obr. 6) je nosný prvek celého zámku. Drží v ní všechny prvky zámku a je spojena se dveřmi. S dveřmi je spojena většinou dvěma šrouby, rozteč a rozmístění určuje výrobce automobilu, viz Obr. 6. Při montáži se do desky postupně umísťují všechny

komponenty. Deska také pohlcuje síly vzniklé přepětím v rohatce a západce. Deska musí zachovat svůj tvar a udržet zámek v původním tvaru bez jakékoliv deformace.



Obr. 6 Základní deska (pravý- ŠKODA Fabia [8], levý VW Golf [6])

Hlavní částí celého mechanismu je rohatka a západka (obr. 9), které umožňují mechanismus přepínat z jednotlivých poloh: otevřeno/zavřeno. Tvary těchto dílů vychází z osvědčených tvarů, které už jsou prozkoušené a mají určitou životnost. Striker, který působí provozní silou je ve styku s rohatkou, která je zablokována západkou. Jak rohatka, tak i západka jsou v mechanismu jedny z nejvíce namáhaných dílů. Vyrábí se z kovu a jsou potahovány plastem kvůli zvýšení životnosti. Obr. 7 zobrazuje zaplastování západky žlutá barva zobrazuje plast.



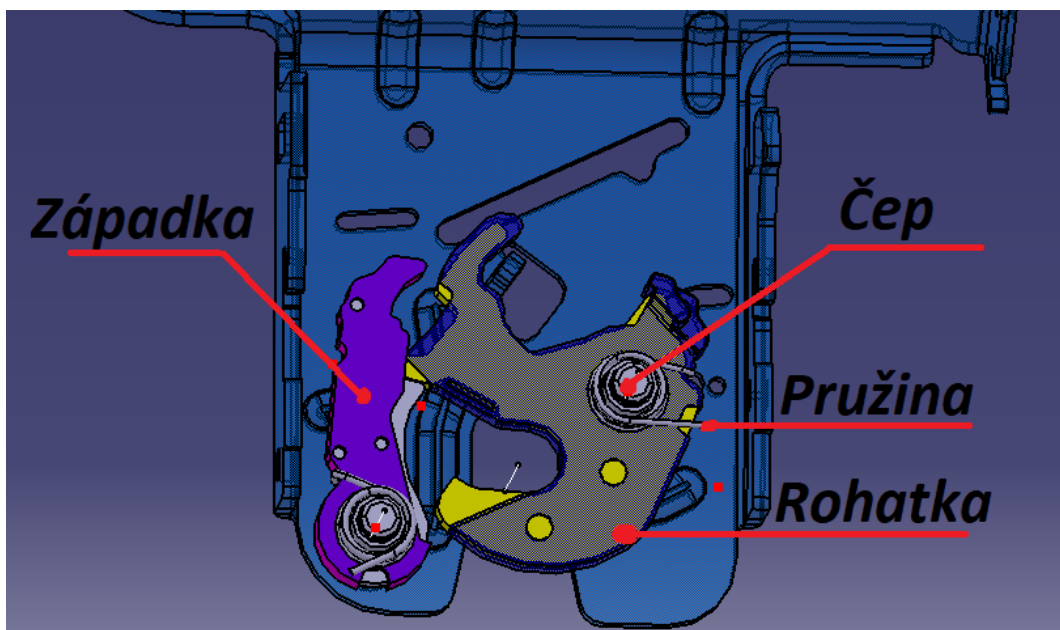
Obr. 7 Zaplastování západky

Rohatka a západka jsou ustaveny na čepech (obr. 9), které jsou připevněné k základní desce a zanáty po obou koncích. Zanáty se používá z důvodu, aby nebylo možné provádět mechanické zásahy zvenčí (Obr. 8).



Obr. 8 Zanáty

Důležitou součástí mechanismu jsou pružiny (obr. 9), které vytváří potřebnou sílu pro návrat rohatky a západky do výchozí zavřené pozice a naopak.



Obr. 9 Mechanismus zámku

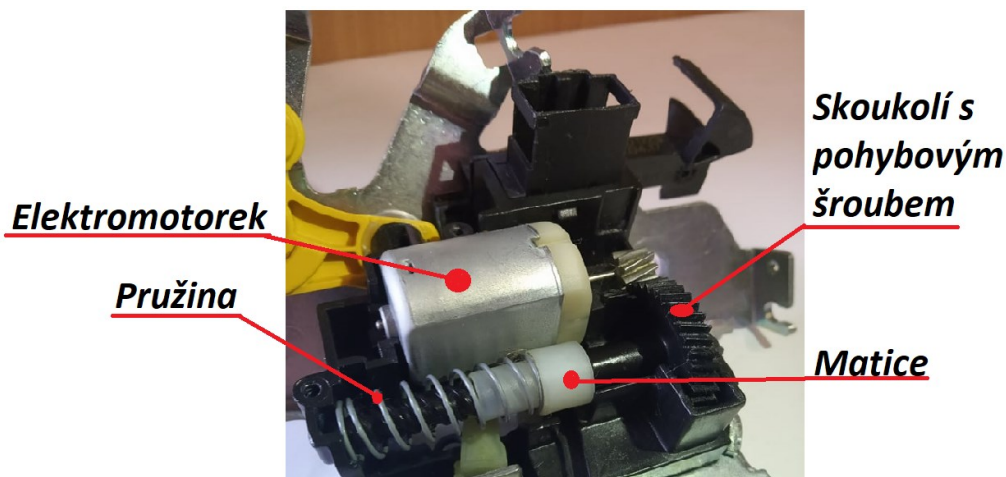
2.2 Vývoj automobilových zámků

Dříve byly automobily vybaveny jednoduchým mechanismem s klikou (Obr. 10). Dveře otvírala sama obsluha. Klikla byla vybavena západkovým zámkem. Zamykání a odemykání bylo prováděno mechanicky a to ručně otočením klíčem.



Obr. 10 Zámek s klikkou

Automobily se začínají vylepšovat a vybavovat elektronikou. To vede i k vylepšení mechanismu zámku. Dochází k tomu, že ruční odemykání je nahrazeno elektromechanickým principem (Obr. 11). To má za následek pohodlí, kdy obsluha, která vyše podnět, aktivuje elektromotorek. Ten vytvoří točivý moment na ozubené soukolí, které přenesse pohyb na pohybový šroub s maticí a ta zatlačí do západky. Tím se mechanismus otevře. Na šroubu je umístěna pružina, která vytváří potřebnou sílu, aby vrátila matici zpět. Zámky už musí být vybaveny snímači, které hlásí polohu rohatky a západky.



Obr. 11 Mechanismus zámku

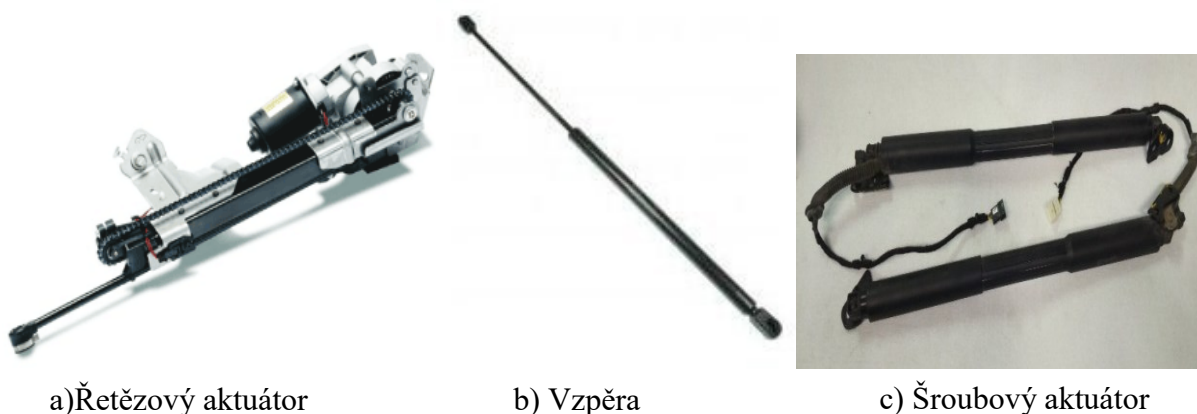
Automobily vybaveny těmito typy zámku fungují tak, že obsluha musí zavřít dveře ručně. Pokud ale nevyvine obsluha dostatečnou sílu na „striker“ tak zámek zapadne jen do prvního západu. V tomto případě, čidla vyšlou signál, že dveře nejsou dostatečně dovřeny a rozsvítí se kontrolka či jiné chybové hlášení. Dveře v této poloze sice otevřít nejdou, ale nejsou zcela zajištěny a ten to stav je nežádoucí.

Nejmodernější typy automobilu však už disponují automatickým zavíráním dveří. To znamená, že obsluha nemusí kufr zavírat ručně. Stáčí vydat jen signál a kufr se plynule otevře či zavře. Signál může posádka vydat: stlačením tlačítka, madla či vydání pohybového podnětu. Vůz je totiž vybaven tzv. aktuátorem nebo jiným druhem mechanismu, který to umožní. Toto zařízení je nejčastěji instalované do vozů vyšších tříd a je známkou luxusní výbavy.



Obr. 12 Aktuátor [9] [9]

Konstrukce aktuátorů je většinou válcovitého tvaru a umísťuje se většinou místo plynových vzpěr. Rozdíl mezi běžnou plynovou vzpěrou (Obr. 9b) a aktuátorem viz Obr. 9a a 9c. Aktuátorů můžou mít spoustu druhů př.: šroubové (Obr. 9c), řetězové (Obr. 9a), pákové, hydraulické.

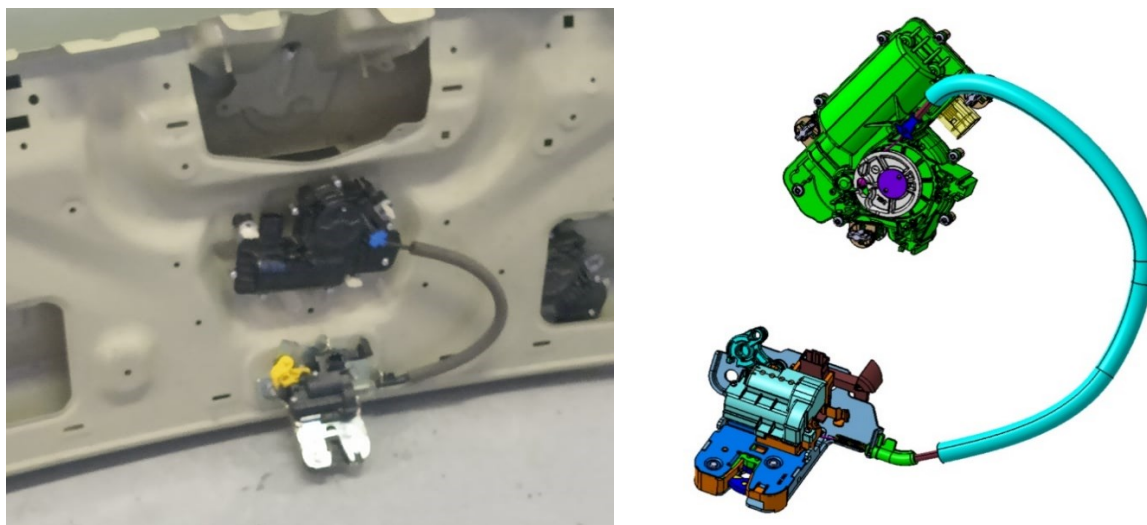


Obr. 13 Rozdíly mezi vzpěrami [10]

Umístění ve dveřních systémech je různé. Využívají se různé kombinace. Jak dva aktuátory, aktuátor + plynová vzpěra nebo aktuátor + dvě vzpěry. Druhy použití udává automobilový výrobce na základě typu vozidla (hmotnost a rozsah otevírací polohy, ekonomičnost).

Automobily s elektricky otevíratelnými dveřmi nemůžou být vybaveny běžnými elektromechanickými typy zámku. Aktuátor nebo jiné zařízení nedokáže vyvinout dostatečnou sílu na „striker“. Z důvodu aby rohatka zapadla do druhého západu.

Tento problém se většinou řeší tak, že aktuátor dovře dveře do prvního západu. Pak je vyslán signál do tzv. „dotahovače“. Dotahovač slouží jako „naviják“ ze kterého vede bowden s lankem přímo do zámku k rohatce, kde je dotažena do druhého západu.



Obr. 14 Zámek + dotahovač[7]

Druh dotahovače a způsob dovírání si určuje každý automobilový výrobce sám.

2.3 Testování zámku

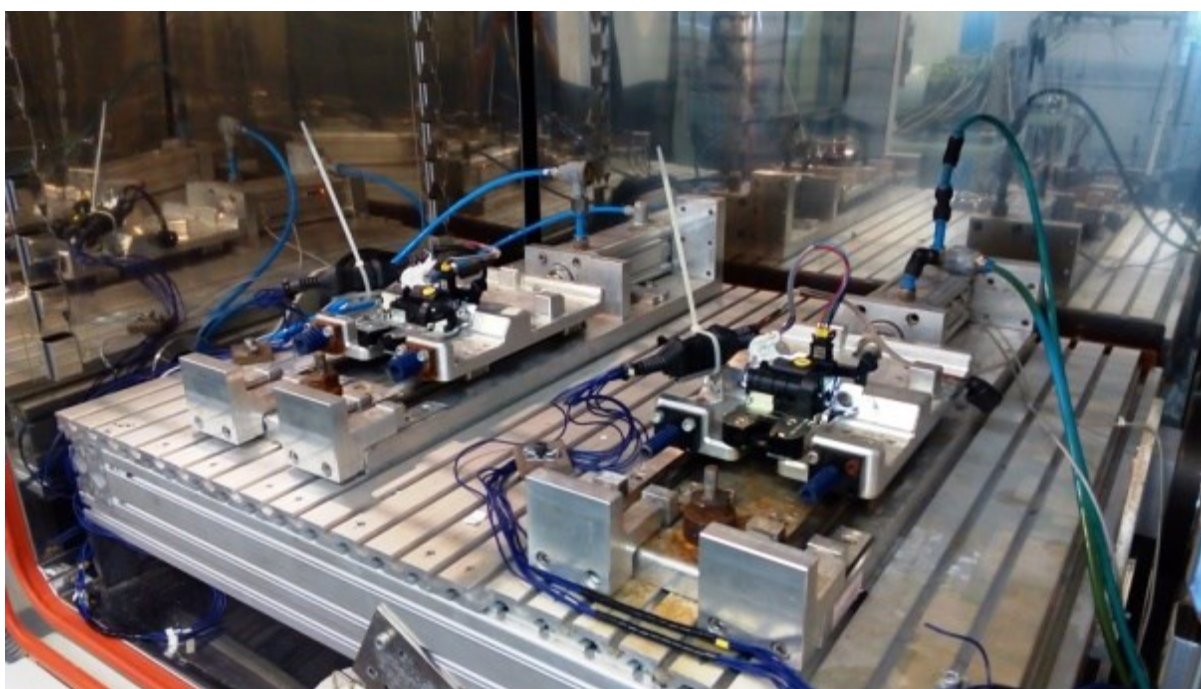
Veškeré díly, které se používají ve velkosériové výrobě, podléhají široké škále testů a zkoušek. Z důvodu aby se zamezilo zmetkovitosti.

V laboratořích se simulují různé tepelné a klimatické podmínky. K tomu slouží klimatické komory (Obr. x) Díly jsou vystavovány teplotám v rozmezích od -30°C po +80°C a také různé škály vlhkosti. Také se podrobují zkoušce proti korozi v solných komorách.

Díly podléhají také i běžným průmyslovým zkouškám: ultrazvukové, rentgenové, vibrodiagnostice atd[7] .

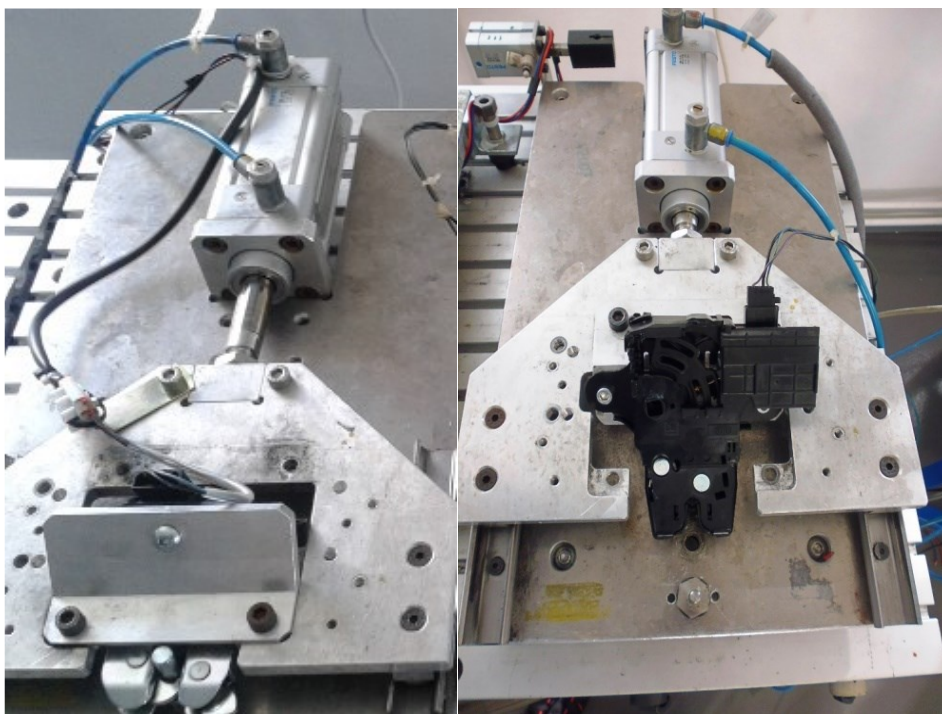


Obr. 15 Klimatické komory firmy Vötsch [7]



Obr. 16 Vnitřek klimatické komory[7]

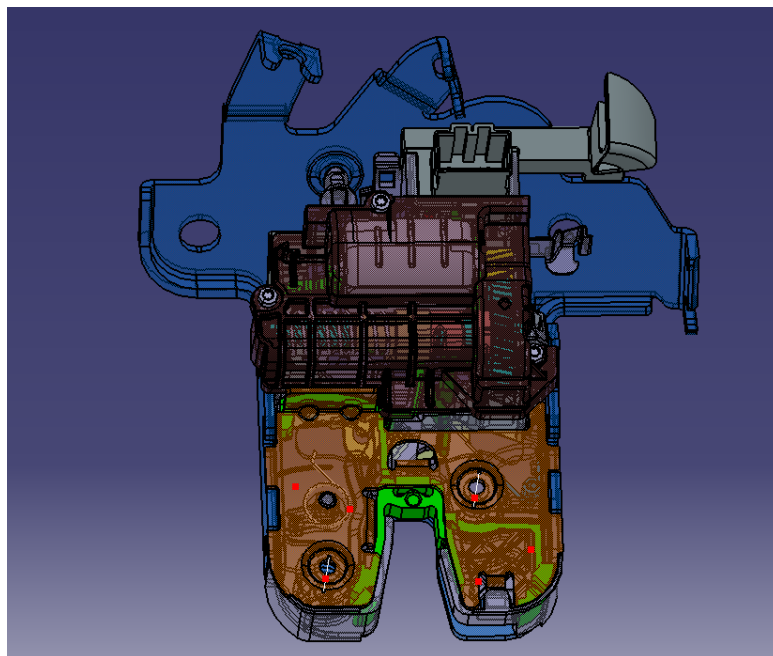
Zámky jsou testovány z hlediska působení vnějších sil na rohatku a západku.(zdroj) Tento test se dá přirovnat k trhací zkoušce.



Obr. 17 Test zámku v tahu [7]

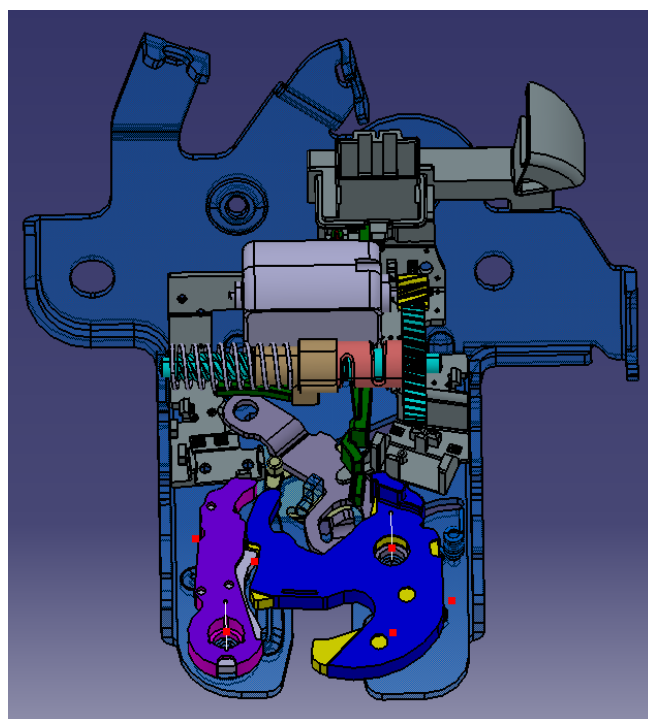
3 VÝCHOZÍ MODEL ZÁMKU A ZADÁNÍ

Úkolem práce je návrh modelu zámku s novým typem mechanismu tak, aby byl zachován původní koncept a požadovaná geometrie. Výchozí model viz obrázek Obr. 18 [7]



Obr. 18 Výchozí model [7]

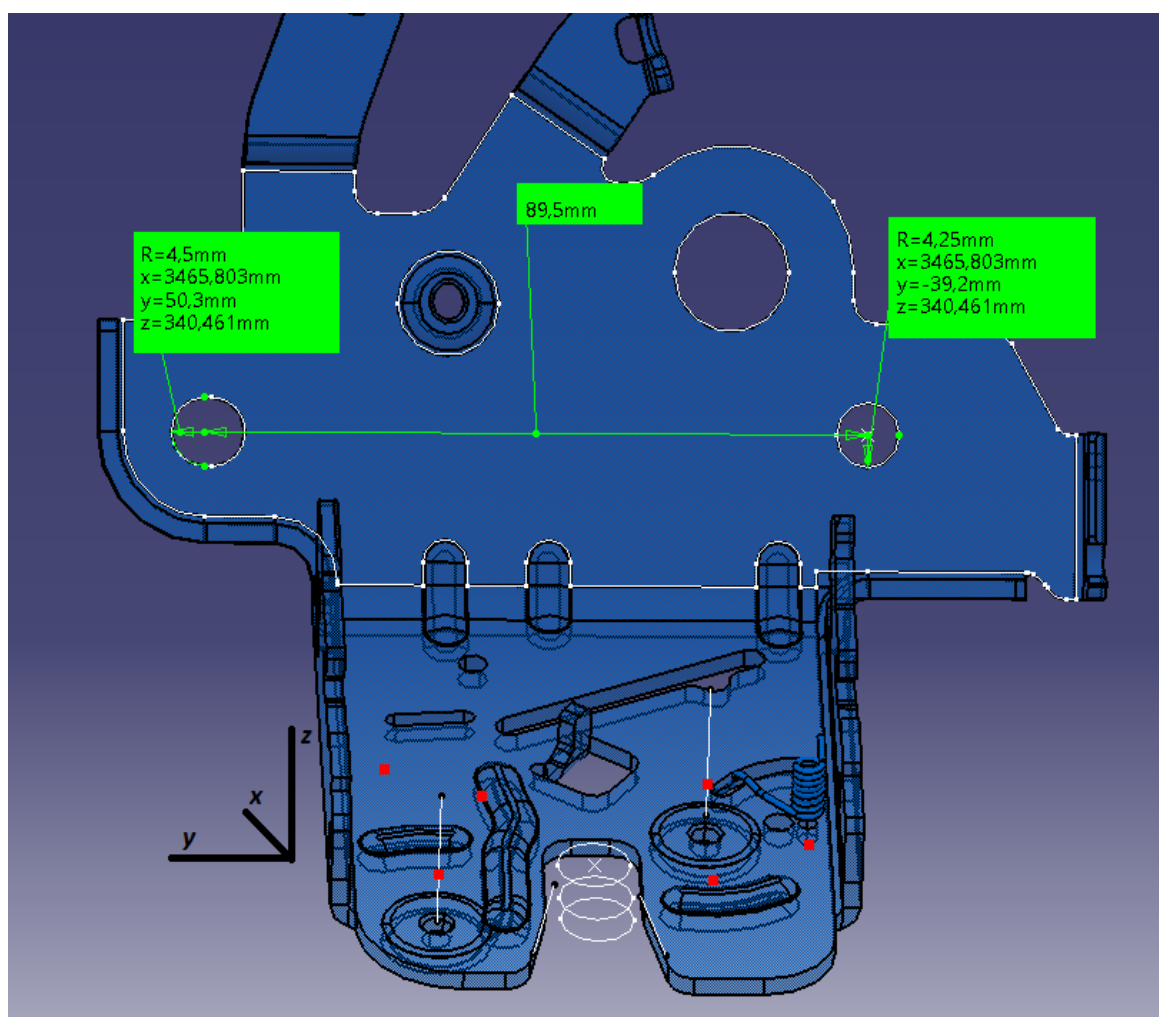
V dnešní době používaný mechanismus viz Obr. 19. Tento typ se používá především v koncernu VW. Větší detail – viz Obr. 9 [7]



Obr. 19 Původní mechanismus[7]

Požadovaná geometrie

Musí být zachována rozteč děr pro uchycení základní desky, která se upevňuje do vestavby kufru. Průměry těchto děr jsou 9mm zbytek souřadnic viz (Obr. 20). Nejdůležitější je rozteč 89,5 mm a rozložení na y ose. Důvodem je aby šlo zámek nahradit za aktuální modely používané dnes [7]



Obr. 20 Rozteč [7]

4 NÁVRH MECHANISMU

4.1 Jednotlivé části zámku

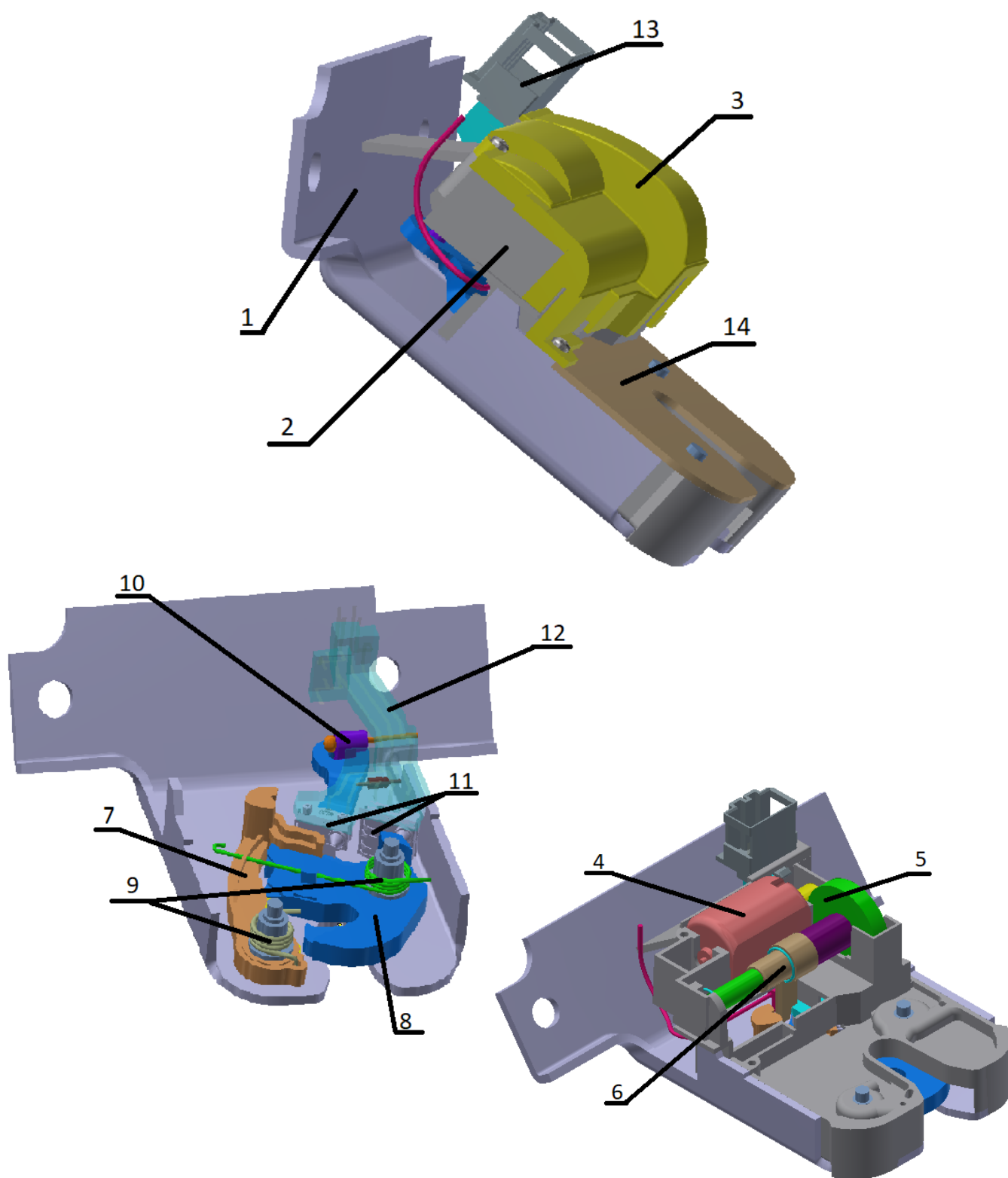
Celkový pohled na návrh zámku viz Obr. 21. Nosným prvkem celého zámku je Základní deska (1), která musí zabezpečovat dostatečnou tuhost mechanismu. Do ní je usazen plastový Housing (2) který tvoří ochrannou část mechanismu a jsou v něm upevněny jednotlivé prvky. Housing je tvořen ze dvou částí tou druhou částí je „Krytka“ (3) která umožňuje montáž dalších dílů.

Zámek je ovládán *Elektro motorkem (4)*, přenášející kroutící moment na *Ozubené soukolí (5)*, které je převedeno do *Pohybového šroubu (6)*. *Pohybový šroub* po té uvede do pohybu *Západku (7)* a *Rohatku (8)*. Do správné polohy je usazují *Zkrutné pružiny (9)*, které jsou společně usazeny na čepech. Na konci *Rohatky* se nachází *Upevnění pro lanko (10)* s bowdem, pro dotahovač. Celkovou polohu mechanismu sledují tři *Mikrospínače (11)*, které jsou spojeny *Vodivými drahami (12)*, *Elektro motorkem*, *Konektorem (13)*, který je po té napojen do automobilu. Celý mechanismus je zakryt ještě *Krycí deskou (14)*.

Vycházel jsem z dnešních koncernových zámku, používaných součástí (elektro motorek, pohybový šroub). Z důvodu nakladu na výrobu, aby se elektromotorky mohli používat ve více typech součástí. Tento typ zámku by měl být jednodušší, neobsahuje tolik zkrutných pružin a měla by být jednodušší montáž. Důležitým novým členem je dotahování přímo přes rohatku. Celkový orientační seznam Tabulka 1 a popis prvků Obr. 21.

Tabulka 1 – Orientační seznam

<i>Pozice</i>	<i>Název</i>
1.	<i>Základní deska</i>
2.	<i>Housing</i>
3.	<i>Krytka</i>
4.	<i>Elektro motorkem</i>
5.	<i>Ozubené soukolí</i>
6.	<i>Pohybového šroubu</i>
7.	<i>Západku</i>
8.	<i>Rohatku</i>
9.	<i>Zkrutné pružiny</i>
10.	<i>Upevnění pro lanko</i>
11.	<i>Mikrospínače</i>
12.	<i>Vodivé dráhy</i>
13.	<i>Konektorem</i>
14.	<i>Krycí deskou</i>

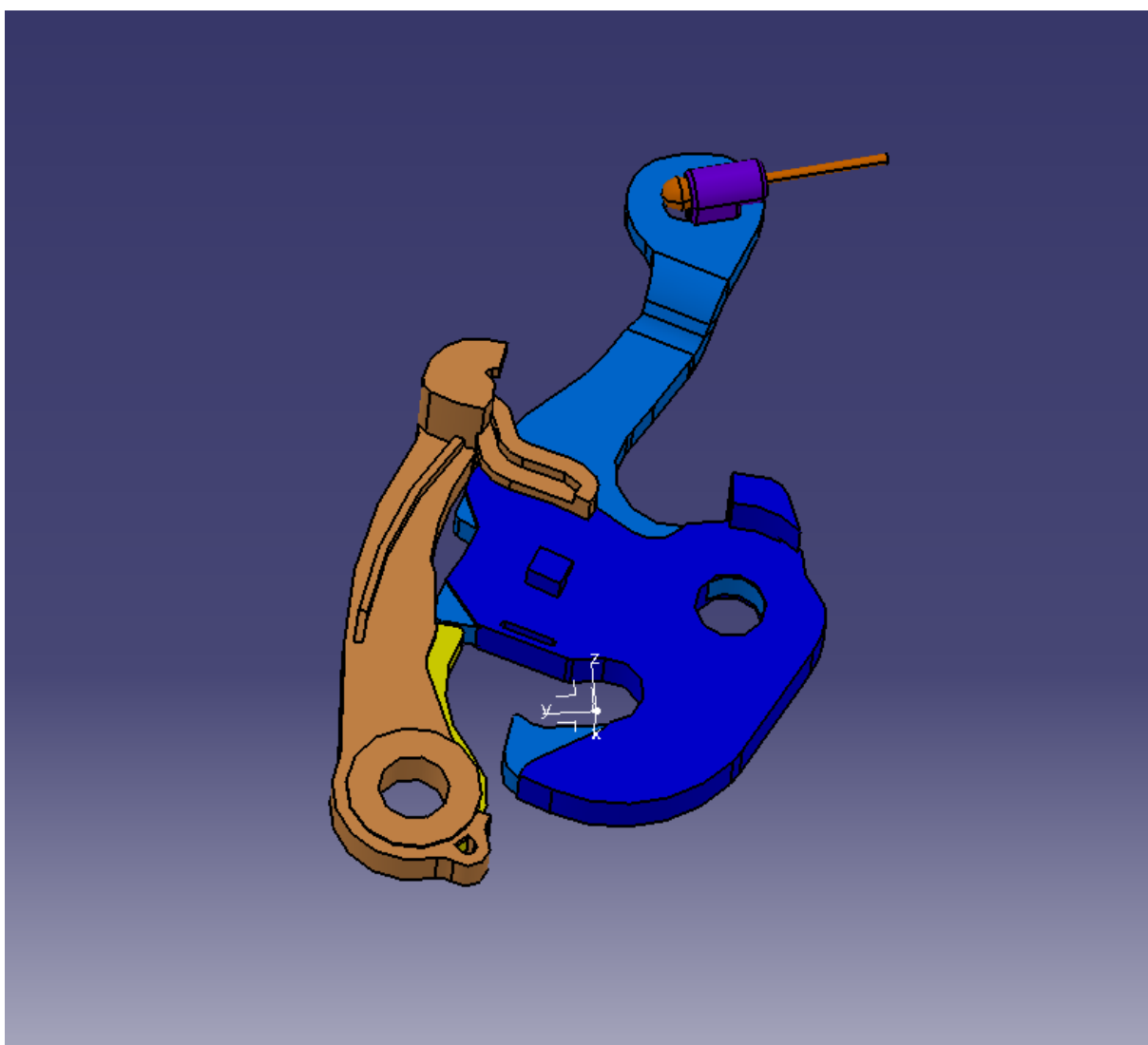


Obr. 21 Orientační kusovník

5 Kontrola mechanismu

Poloha *Rohatky* a *Západky* (Obr. 22). Tyto součásti určují základní rozměry desky, do které bude celý mechanismus vsazen. Celkově budu uvažovat, že maximální síla od *Strikeru* bude 3000 N. Tato síla je mnohem větší než v reálné situaci může na mechanismus nastat, proto že v případě havárie může nastat vlivem gravitačního přetížení (g), síla při havárii G (1). Do toho zahrnuji ještě hmotnost nákladu a dveří, nebo narušení mechanismu vlivem násilného vniknutí, proto je síla $F_0 = 3000$ N. Při vyvození takovéto síly by došlo k poškození karoserie automobilu.

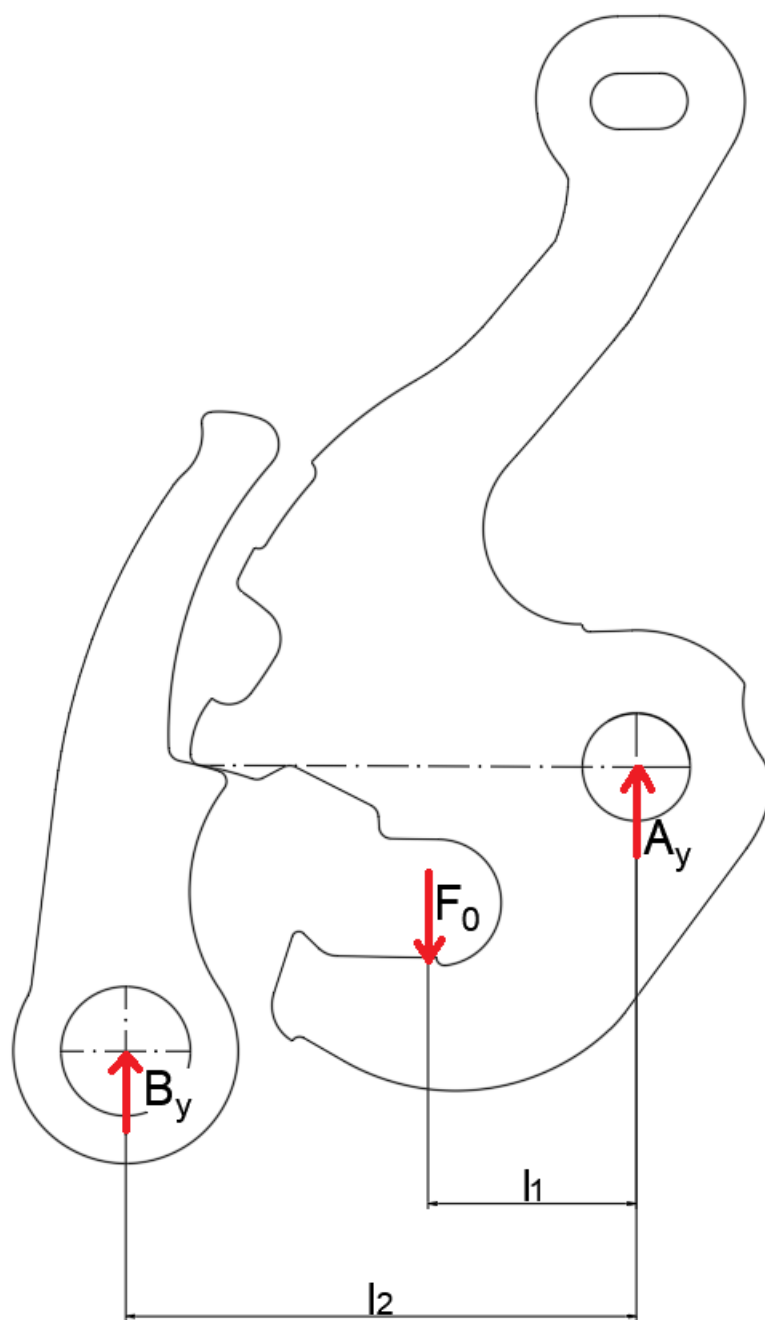
$$G = 14 \cdot g \quad (1)$$



Obr. 22 Rohatka a Západka

Působení sil v rohatce a následná kontrola čepu

Pro zjednodušení působení sil na rohatku a následné reakce (Obr. 23).

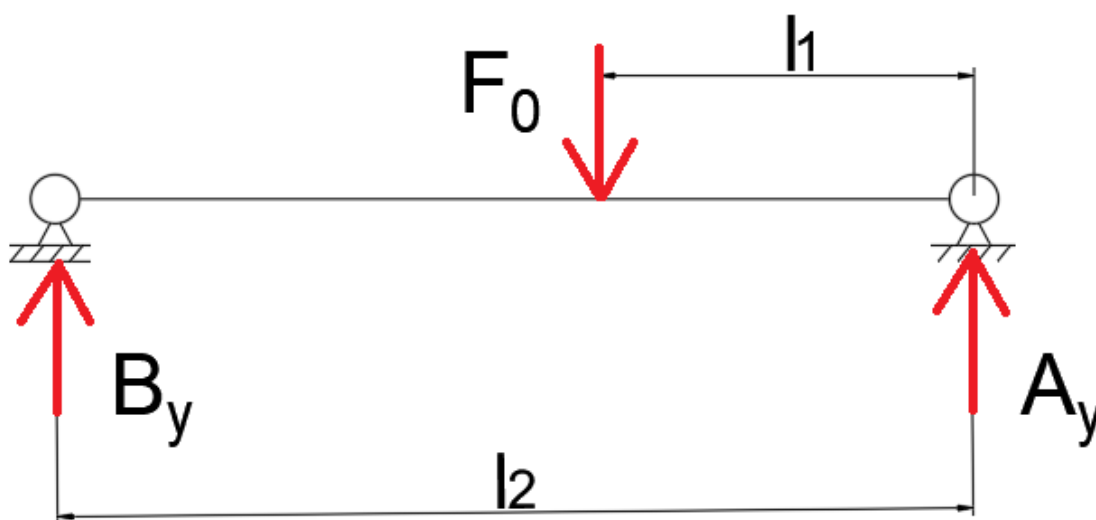


Obr. 23 Schéma Rohatky a Západky

Tabulka 2 Parametry rohatky

Síla od strikeru	$F_0 = 3000 \text{ N}$
Délka l_1	$l_1 = 16 \text{ mm}$
Délka l_2	$l_2 = 37,5 \text{ mm}$

Pro zjednodušení a předimenzování výpočtu, zaokrouhluji délky l_1 a l_2 na celé číslo na horu. Uvažuji, že celá soustava je při zatížení jako jeden celek, proto silový poměr na čepy rozložím na nosník (Obr. 24).



Obr. 24 Zjednodušený nosník

Z momentové rovnice rovnováhy k bodu A_y , vyjádřím reakci B_y .

$$B_y = \frac{F_0 \cdot l_1}{l_2} \quad (2)$$

$$B_y = \frac{3\,000 \cdot 16}{37,5}$$

$$B_y = 1280 \text{ N}$$

Reakce B_y znázorňuje maximální sílu působící na čep *Západky*.

Výpočet reakce A_y z rovnic rovnováhy. Tato reakce určuje sílu působící na čep *Rohatky*.

$$A_y = F_0 - B_y$$

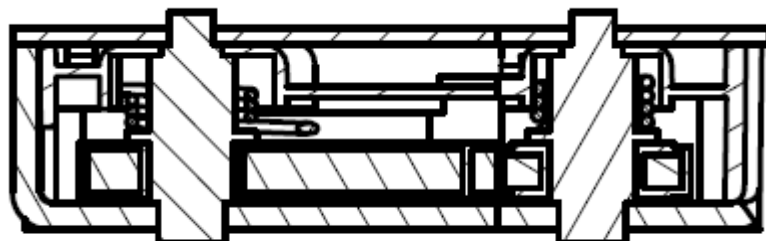
$$A_y = 3\,000 - 1\,280 \quad (3)$$

$$A_y = 1\,720 \text{ N}$$

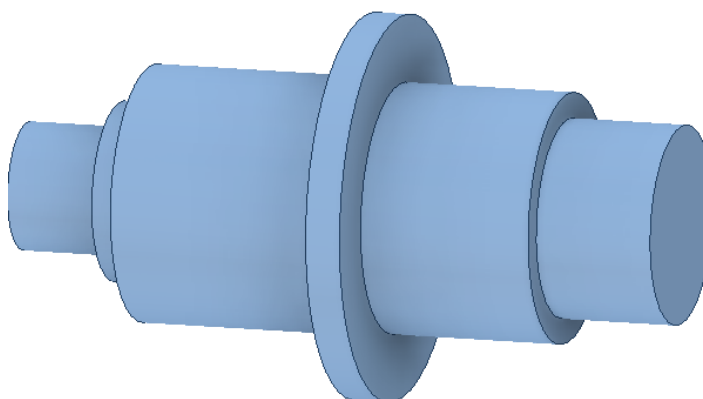
Reakce na čep *Rohatky* je větší ($1\,280 < 1\,720$), proto můžeme výpočet zjednodušit a zanedbat třecí síly. Třecí síla zde má zanedbatelný účinek z důvodu velikosti síly.

5.1 Kontrola čepu

Čepy se v mechanismu nachází dva stejné. Na čep *Rohatky* působí síla A_y a na čep *Západky* B_y . Síla na čep *Rohatky* je větší, proto použiji sílu A_y , kterou ještě navýším na 1750 N, abych byl na větší straně bezpečnosti a měl jistotu, že mi neovlivní výpočet tření, které jsem zanedbal. Síla bude $F_{\check{c}}$. Umístění čepů v mechanismu Obr. 25.



Obr. 25 Řez a pohled na čepy



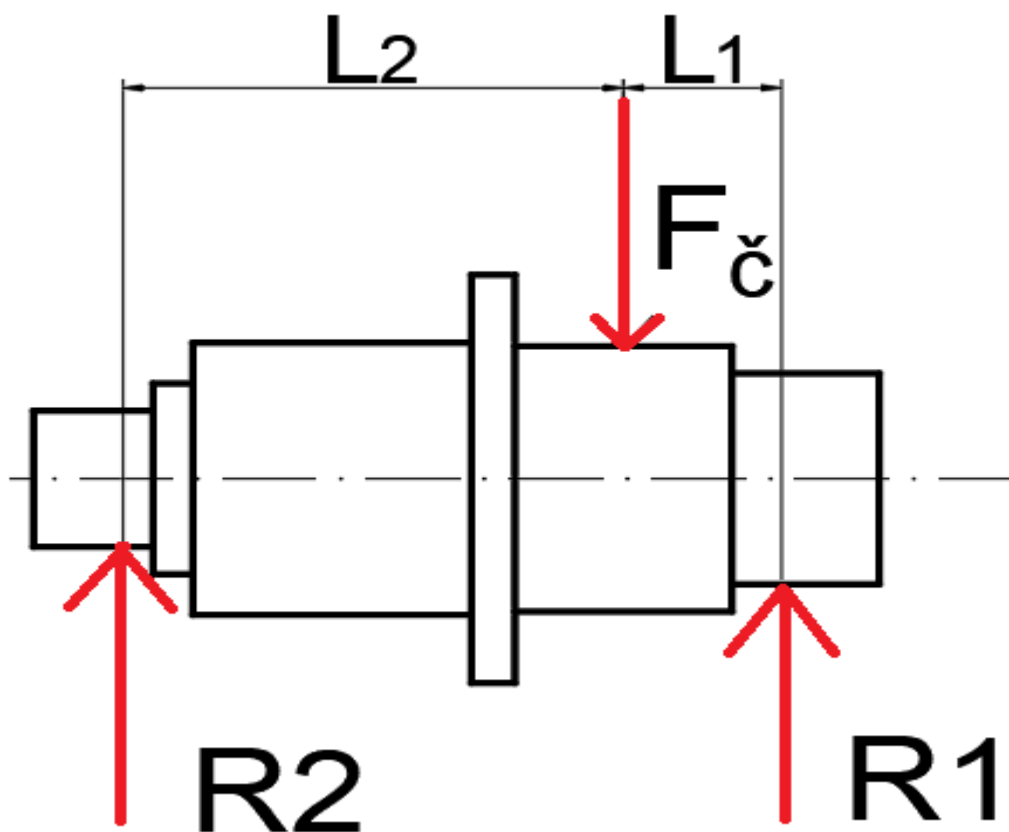
Obr. 26 Čep

Rozložení a působení sil na čep (Obr. 27). Veškeré rozměry čepu viz příložená technická dokumentace

Tabulka 3 Parametry čepu

Síla působící na čep	$F_{\check{c}} = 1\,750\text{ N}$
Délka L_1	$L_1 = 4\text{ mm}$
Délka L_2	$L_2 = 12,6\text{ mm}$

Z momentové rovnice rovnováhy k podoře R1 vyjádřím R2:



Obr. 27- Schéma čepu

Z momentové rovnice rovnováhy k podpoře R₁ vyjádřím R₂:

$$R_2 = \frac{F_{\check{c}} \cdot L_1}{L_2 + L_1}$$

$$R_2 = \frac{1\,750 \cdot 4}{12,6 + 4} \quad (4)$$

$$R_2 = 422 \, N$$

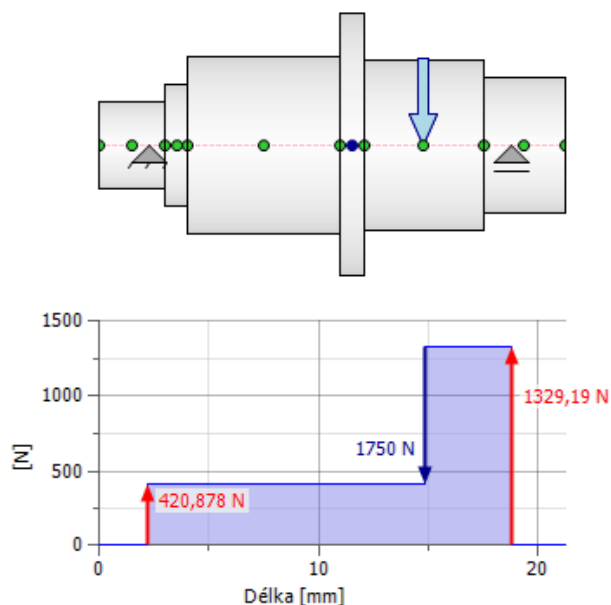
Z rovnice rovnováhy vyjádřím R₁:

$$R_1 = F_{\check{c}} - R_2$$

$$R_1 = 1\,750 - 422 \quad (5)$$

$$R_1 = 1\,328 \, N$$

Porovnání výsledků z INVENTOR PROFESIONAL 2019 (Obr. 28). Výsledky se liší jen minimálně a to vlivem zaokrouhlování. Výsledky jsou srovnané v Tabulka 4. Tato chyba je však hodně malá a navíc už na vstupu síly F_8 , jsem tuto sílu ještě navýšil, proto budu brát hodnoty z rovnic rovnováhy.



Obr. 28 Výpočet reakcí v Inventoru

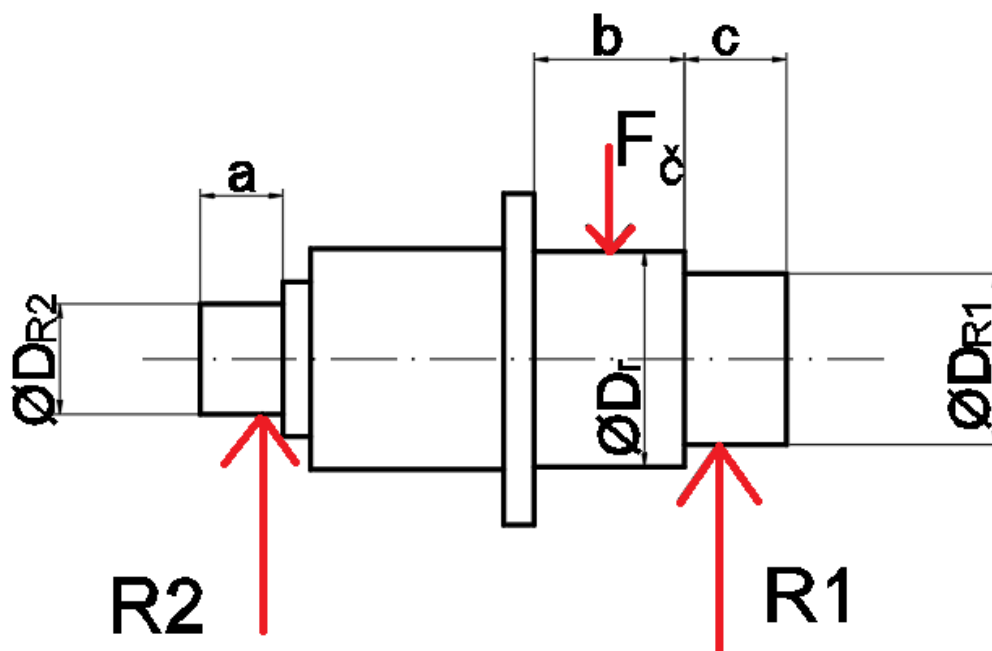
Tabulka 4

Metoda	$R1$	$R2$
Ručně z rovnic rovnováhy	1 328 N	422 N
INVENTOR PROFESIONAL 2019	1 329 N	421 N

Kontrola čepu na střih

Čep se je nejvíce namáhán v místě nasazení rohatky, ale nejmenší průměr se nachází v reakci R_2 . Pro to čep na střih otestuji v na třech místech (Obr. 29).

Materiál čepu volím 11 600. Tento materiál je vhodný pro statické i dynamické namáhání, kde nevyžadujeme svařitelnost[11] [12]



Obr. 29 Rozměry čepu

Tabulka 5 Parametry čepu

Síla působící na čep	$F_{\text{č}} = 1\,750\text{ N}$
Reakce od desky R	$R_1 = 1\,328\text{ N}$
Reakce od desky R	$R_2 = 422\text{ N}$
Průměr čepu u desky R_2	$\text{Ø } D_{R2} = 4\text{ mm}$
Průměr čepu u desky R_1	$\text{Ø } D_{R1} = 6,2\text{ mm}$
Průměr čepu pod rohatkou R_r	$\text{Ø } D_r = 7,8\text{ mm}$
Dovolené napětí ve smyku (11 600)[11] dole	$\tau_d = 80\text{ MPa}$
Vzdálenost	$a = 3\text{ mm}$
Vzdálenost	$b = 5,45\text{ mm}$
Vzdálenost	$c = 3,7\text{ mm}$
Měrný dovolený tlak p_d (11 600) [11] dole	$p_d = 140\text{ MPa}$
Dovolené napětí v ohybu (11 600)[11] dole	$\sigma_d = 120\text{ MPa}$
Mez kluzu[12] dole	$R_e = 325\text{ MPa}$

Vypočet smykového napětí τ_{DR2} , τ_{DR1} a τ_{Dr} :

$$\tau = \frac{F}{S} = \frac{F}{\frac{\pi \cdot D^2}{4}} \quad (6)$$

Obecný vzorec (6). Pro názornost dosadím pro $\emptyset D_{R1}$.

$$\tau_{D_{R1}} = \frac{R_1}{S_{D1}} = \frac{R_1}{\frac{\pi \cdot D_{R1}^2}{4}}$$

$$\tau_{D_{R1}} = \frac{1\,328}{\frac{\pi \cdot 6,2^2}{4}} \quad (7)$$

$$\tau_{D_{R1}} = 44 \text{ MPa}$$

$$\tau_{D_{R1}} \leq \tau_D$$

$$44 \leq 80 \text{ MPa}$$

Všechny výsledky jsou zapsány v přehledné Tabulka 6 – Kontrola na stříh.

Tabulka 6 – Kontrola na stříh

Půměr	τ	τ_d	Podmínka
$\emptyset D_{R2} = 4 \text{ mm}$	33,6 MPa	80 MPa	SPLNĚNO
$\emptyset D_{R1} = 6,2 \text{ mm}$	44 MPa	80 MPa	SPLNĚNO
$\emptyset D_r = 7,8 \text{ mm}$	36 MPa	80 MPa	SPLNĚNO

Kontrola na otlačení

Čep zkontroluji vůči otlačení (Obr. 29) rozměry viz Tabulka 5.

Vypočet tlaku p_{R2} , p_r , p_{R1} .

$$p = \frac{F}{D \cdot l} \quad (8)$$

Kde l je délka plochy

Obecný vzorec (8). Pro názornost dosadím pro $\emptyset D_{R1}$

$$p_{R1} = \frac{R_1}{D_{R1} \cdot c}$$

$$p_{R1} = \frac{1\,328}{6,2 \cdot 3,7} \quad (9)$$

$$p_{R1} = 58 \text{ MPa}$$

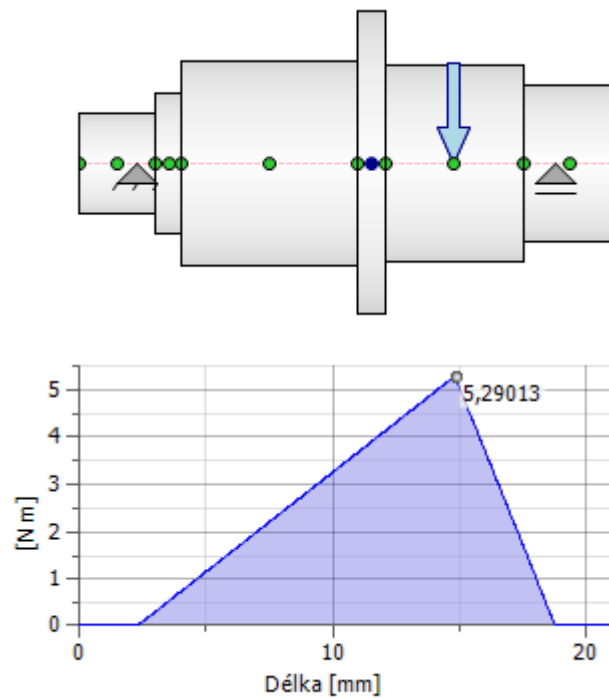
Všechny výsledky jsou zapsány v přehledné Tabulka 7.

Tabulka 7 Kontrola na otlačení

Půměr	p	p_d	Podmínka
$\emptyset D_{R2} = 4 \text{ mm}$	35,1 MPa	140 MPa	SPLNĚNO

$\varnothing D_{R1} = 6,2 \text{ mm}$	58 MPa	140 MPa	SPLNĚNO
$\varnothing D_r = 7,8 \text{ mm}$	41,2 MPa	140 MPa	SPLNĚNO

Kontrola na stříh a na otláčení byla splněna. Čep v této součásti není však uložen plně bez vůle. Pro to zde vzniká i ohybové napětí. Průběh ohybového napětí jsem si nechal vykreslit v programu INVENTOR PROFESIONAL 2019. Největší ohybový moment $M_{o \max} = 5,3 \text{ N} \cdot \text{m}$



Obr. 30 Průběh ohybového momentu

Ohyb budu vyšetřovat pouze pod rohatkou (Obr. 30) a to na průřezu D_r . V ostatních místech kde je menší průřez, je ohybové napětí zanedbatelné. Pro to vypočítáme maximální ohybového napětí $\sigma_{o \max}$.

$$\sigma_{o \max} = \frac{M_{o \max}}{W_o}$$

$$\sigma_{o \max} = \frac{M_{o \max}}{\pi \cdot \frac{D_r^3}{32}} \quad (10)$$

$$\sigma_{o_{max}} = \frac{1000 \cdot 5,3}{\pi \cdot \frac{7,8^3}{32}}$$

$$\sigma_{o_{max}} = 114 \text{ MPa}$$

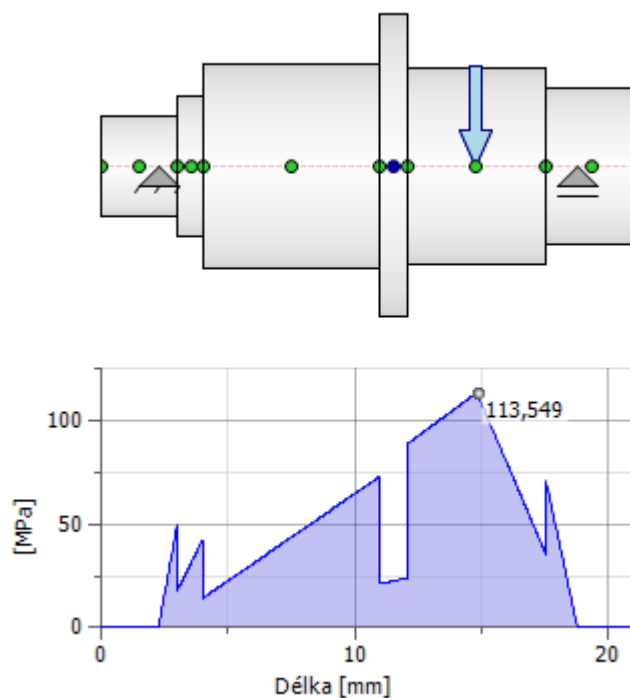
Podmínka

$$\sigma_{o_{max}} \leq \sigma_D \quad (11)$$

$$114 \leq 120 \text{ MPa}$$

Podmínka splněna.

Grafické řešení průběhu napětí v ohybu (*Obr. 31*).



Obr. 31 Napětí v ohybu

Celkovou statickou bezpečnost.

Redukované napětí podle Guesta σ_{red} :

$$\sigma_{red} = \sqrt{\sigma_{o_{max}}^2 + 4\tau_{Dr}^2} \quad (12)$$

$$\sigma_{red} = \sqrt{114^2 + 4 \cdot 36^2}$$

$$\sigma_{red} = 135 \text{ MPa}$$

Celková bezpečnost čepu k_s

$$k_s = \frac{R_m}{\sigma_{red}} \quad (13)$$

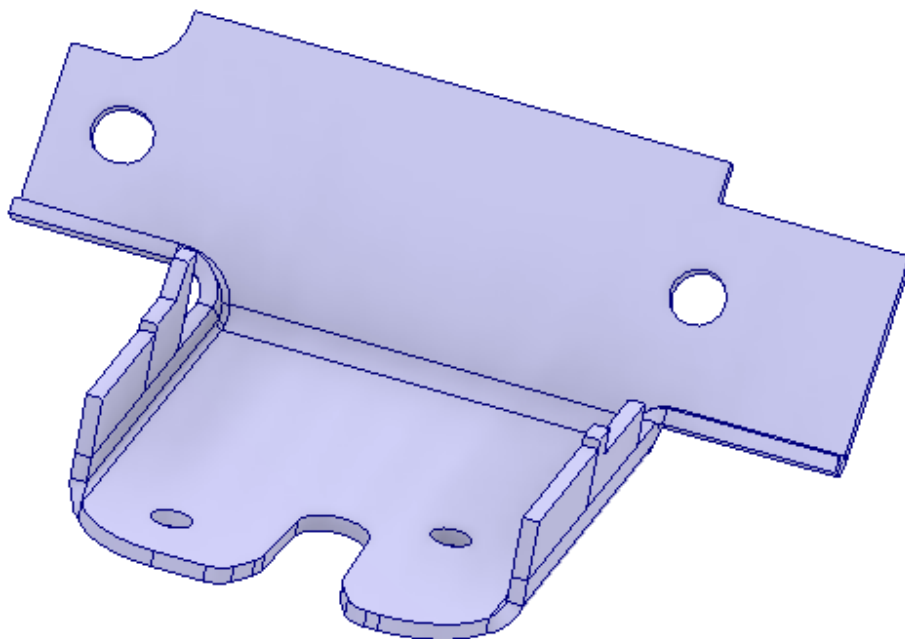
$$k_s = \frac{325}{135}$$

$$k_s = 2,39$$

Bezpečnost je dosti velká i přes použití větší budicí síly.

5.2 Návrh základní deska

Základní deska (Obr. 32) je hlavní nosný prvek zámku, jsou v ní upevněny veškeré součásti. Musí zajišťovat dostatečnou tuhost zámku, pro to volím tloušťku plechu 2,5. Materiál volím EN 10149-2, ocel pro ploché výrobky válcované za tepla z vyšší pevnosti kluzu pro tváření za studena.



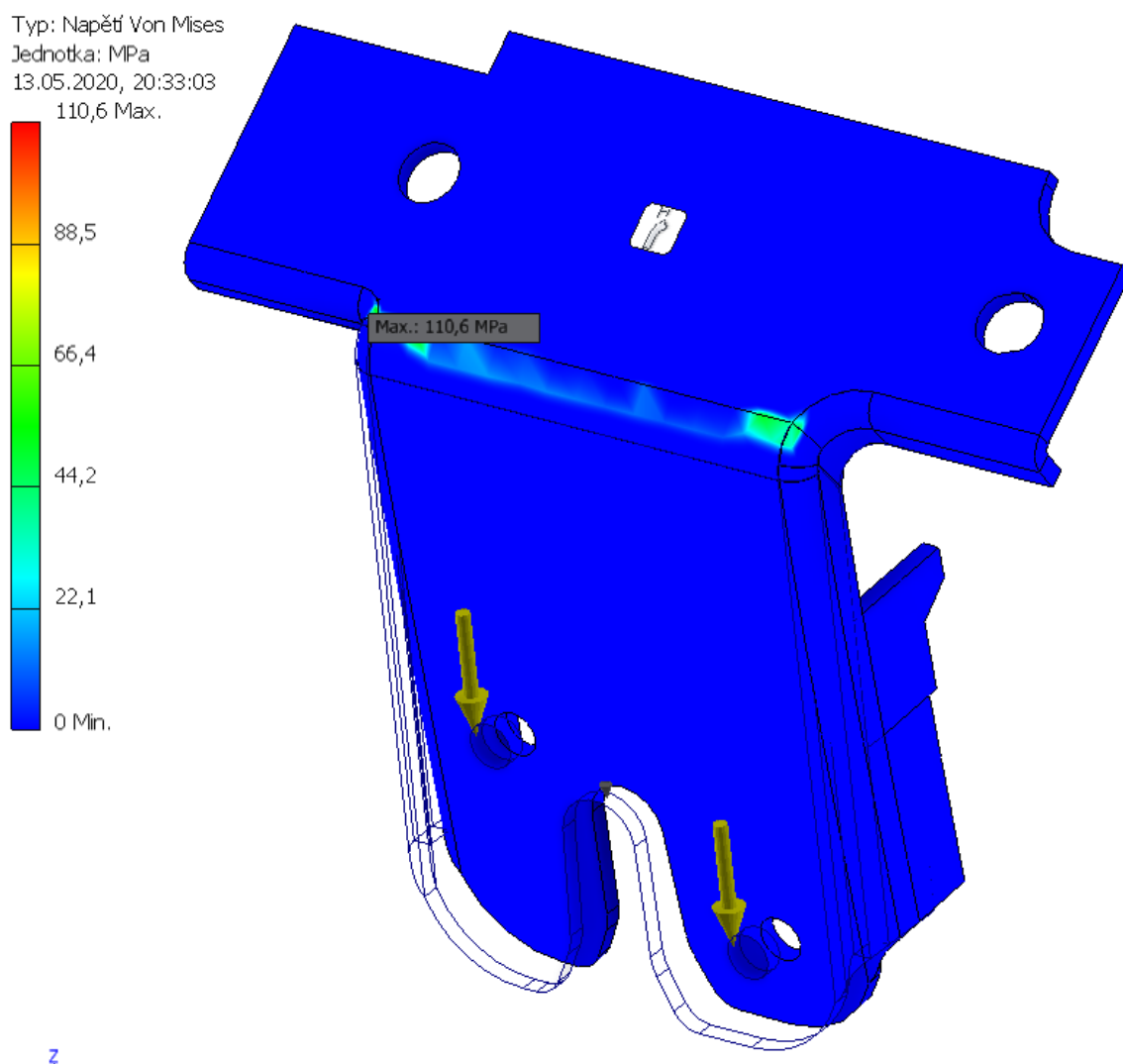
Obr. 32 Základní deska

Požadavkem bylo zachovat původní rozměr a rozteč děr 89,5. Všechna geometrie viz příložená výkresová dokumentace.

Pevnostní kontrola desky

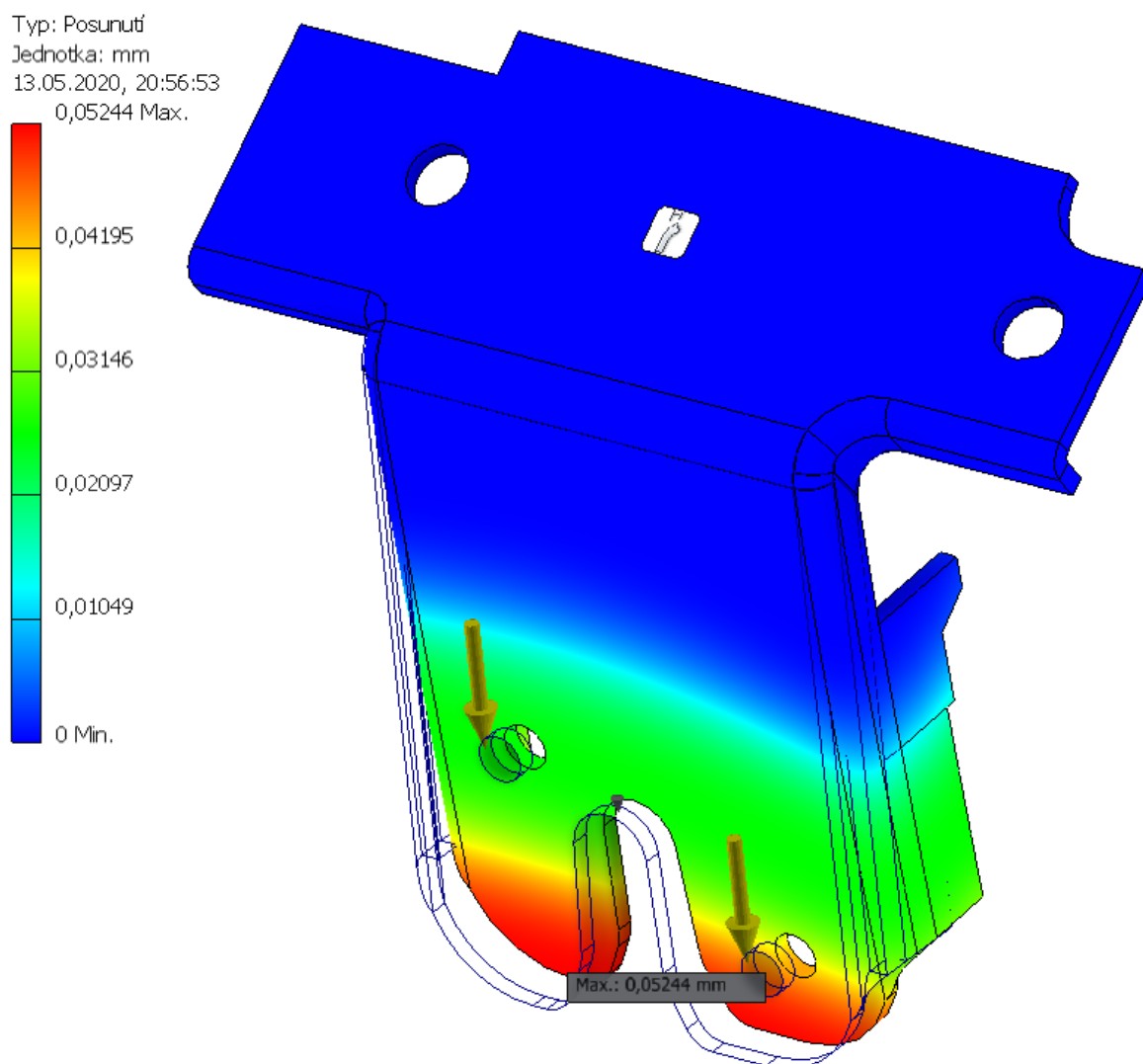
Materiál je určen pro namáhané součásti a konstrukční účely [14] . Mez kluzu $R_e = 315$ MPa. Je dobře tvárná.

Provedl jsem pevnostní analýzu v INVENTOR PROFESIONAL 2019. Zatížil jsem desku v místech, kde se nachází čepy silou $F = 1\,500$ N. Tuto sílu jsem odvodil z reakce $R_1 = 1\,328$ N. Sílu F jsem ještě navýšil a zavedl do obou čepů stejnou. Tato síla je větší než při provozu, důvodem je, že deska musí být tuhá a držet celý mechanismus a chci být na straně bezpečnosti. Pevnou vazbu jsem dal na zadní čelo desky, která simuluje přidělení zámku do kufru automobilu. Celkově největší napětí vyšlo v ohybu desky (Obr. 33). Tohle napětí je 110,6 MPa. Materiál má mnohem větší mez kluzu $R_e = 315$ MPa. Deska tohle zatížení podle méj simulace vydrží.



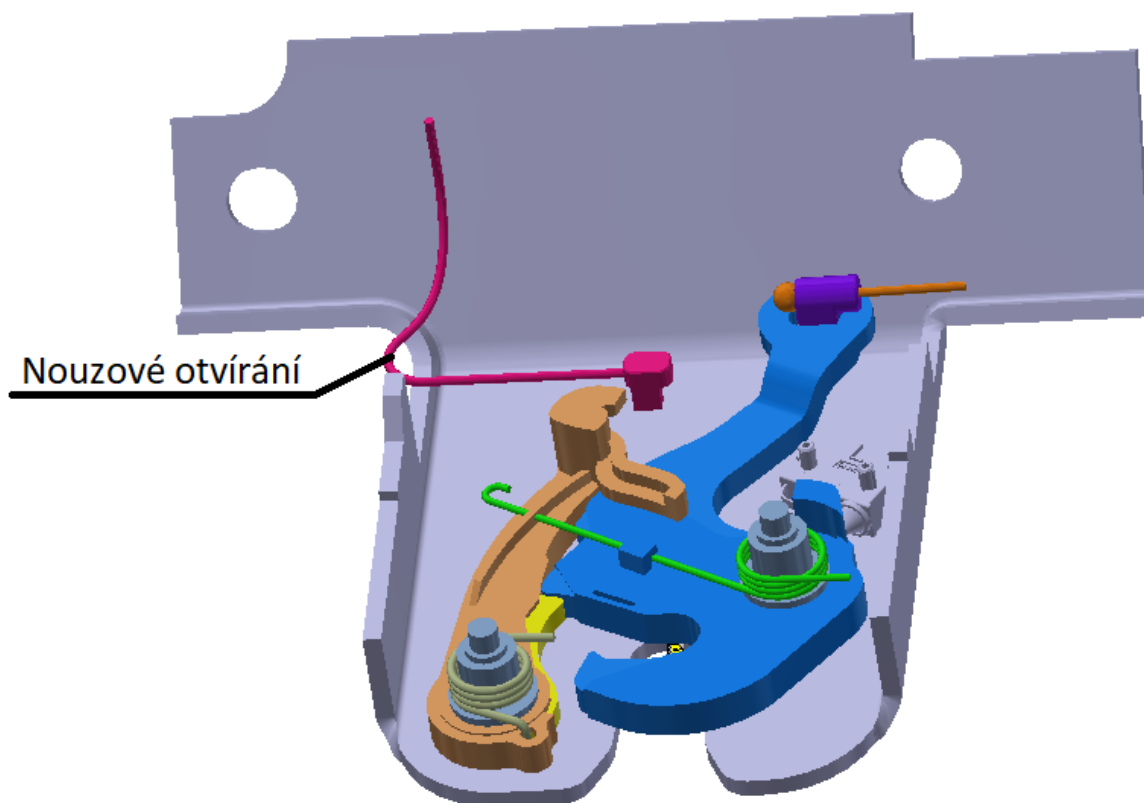
Obr. 33 Napětí v desce

Posunutí zde vyšlo velice malé $l_{pos} = 0,05$ (Obr. 34). Toto posunutí je velice malé vůči celé délce plechu. Viz příložená výkresová dokumentace.



Obr. 34 Posunutí

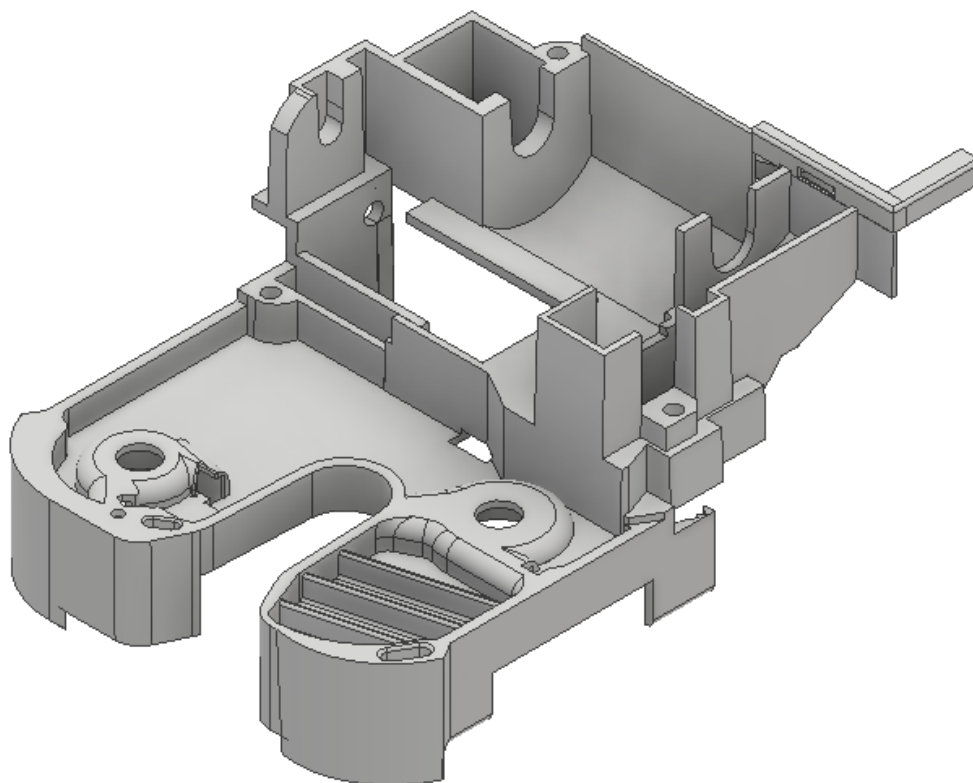
Do základní desky jsou nejprve vloženy čepy už s nasazenou rohatkou a západkou Obr. 35. Poté jsou nasazené zkrutné pružiny do připraveného zaplastování, které se nachází na rohatce i západce. Celý zámek lze nouzově otevřít pro názornost nouzové otvírání viz Obr. 35. Toto nouzové otvírání se montuje až do plastového housingu. Funguje tak, že se se zatáhne za lanko, které má na konci vyhazovač a ten zatlačí na západku, která uvolní rohatku. Nouzové otvírání se používá jen v případě, že je nefunkční mechanismus a pouze v případě nouzového otevření. Předpokladem je, že tenhle typ zámku se bude vyskytovat v autech vyšší třídy s aktuátory. Kde v případě mechanického (ručního) otevření kufru dochází k odporu od aktuátoru a možnosti poškodit elektro motorky. Zaleží na provedení aktuátoru.



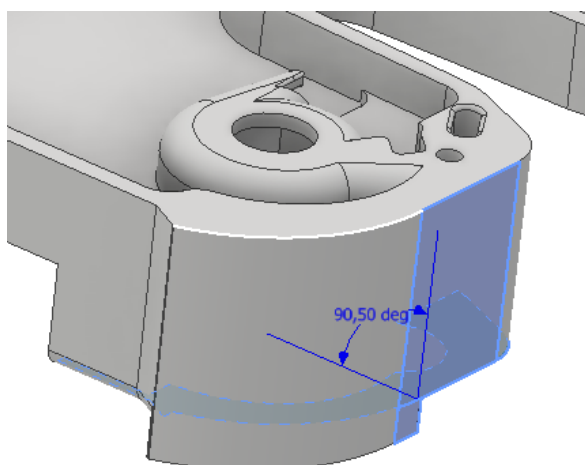
Obr. 35 Nouzové otvírání

5.3 Housing

Housing (Obr. 36) je navržen s ohledem na to, že se bude vyrábět vstřikováním do formy. Materiál housingu plast (polybutylenterenftalát).PBT-GF20 [13] tento materiál je vyztužen skelnou vatou a má vysokou houževnatost, dobrou stabilitu a chemickou odolnost. Byl brán ohled na tloušťku stěn, aby nedocházelo k nedokonalému zabíhání do formy. Tloušťka stěn se pohybuje od 0,9 až 1,5 mm. Při vytváření modelu jsem musel dbát na to, že forma bude ze dvou součástí, a proto se vodorovné plochy nemůžou nacházet nad sebou [7] V housingu jsou i odlehčení pro rovnoměrné tvrdnutí materiálu ve formě. Všechny vnější stěny mají minimální úkos $0,5^\circ$ (Obr. 37) od dělicí roviny, vnitřní 1° , z důvodu aby bylo vůbec možné díl vyjmout z formy. Housing má tři otvory, které se budou muset do housingu udělat až po vytvoření polotovaru. Důvodem je, že se nachází v kolmých stěnách a ve dvoudílné formě by tyto díry nešly vyrobit [7]

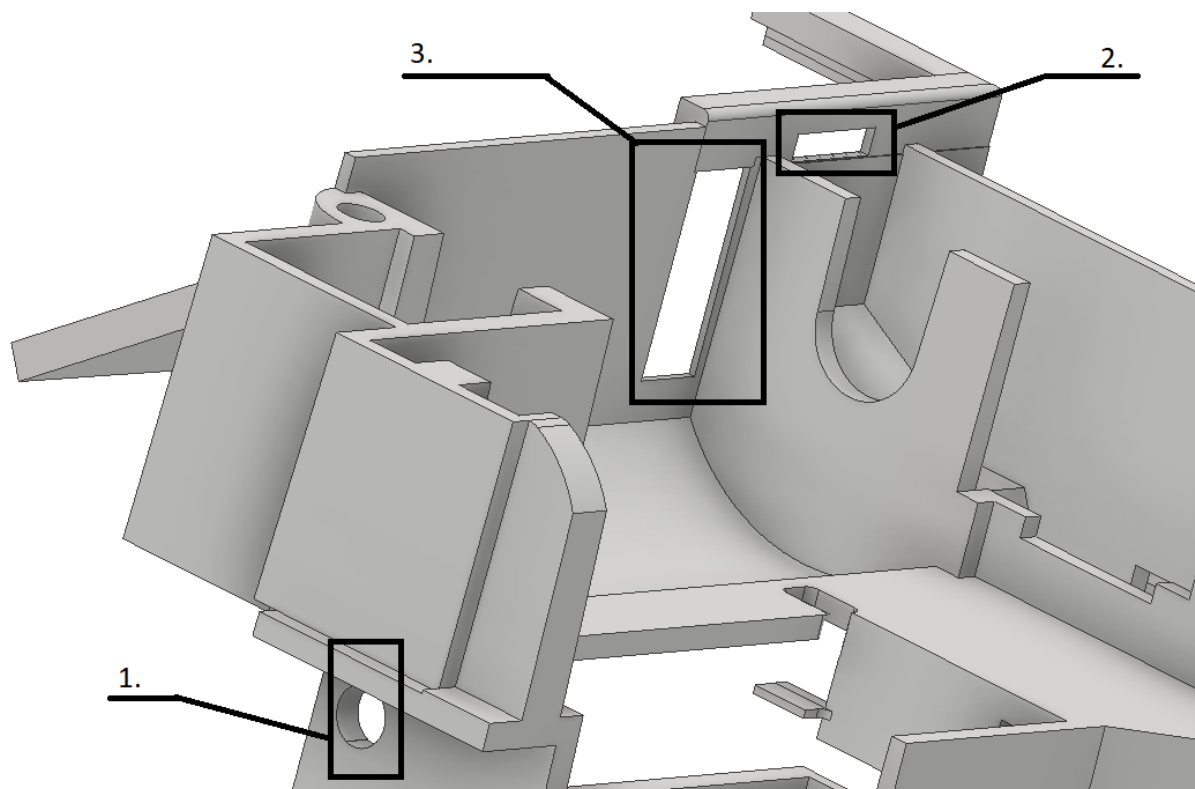


Obr. 36 Housing



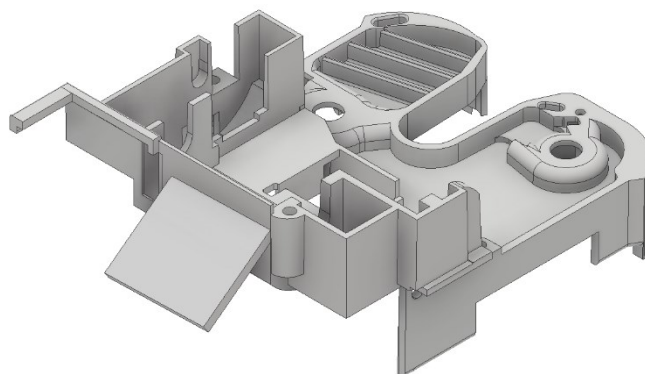
Obr. 37 Úkosy

Otvor (1.) v housingu Obr. 38 slouží pro lanko nouzového otvírání. Lanko je provlečeno otvorem před montáží housingu na nosnou desku a ustaveno na připravenou plošku. Otvor (2.) slouží pro klip konektoru a přidělení konektoru s vodicími drahami k housingu. Otvor (3.) slouží pro vodicí dráhy k elektromotoru.

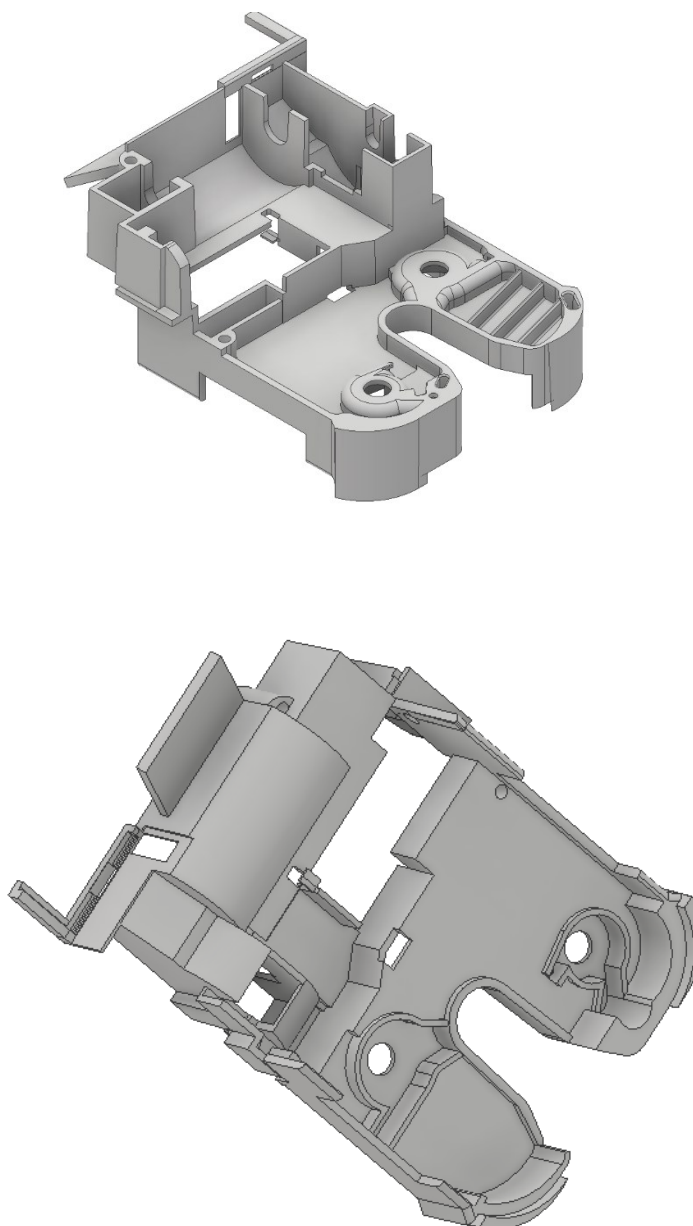


Obr. 38 Otvory

Otvory u čepů v místech rohátky a západky slouží pro montáž zkrutných pružin, aby je bylo možné usadit do vhodné pracovní polohy. Postup a návrh podle příručky plasty a teorie vstřikování plastů pro Brano a.s. [7] . Obr. 39 a Obr. 40 celkový pohled.

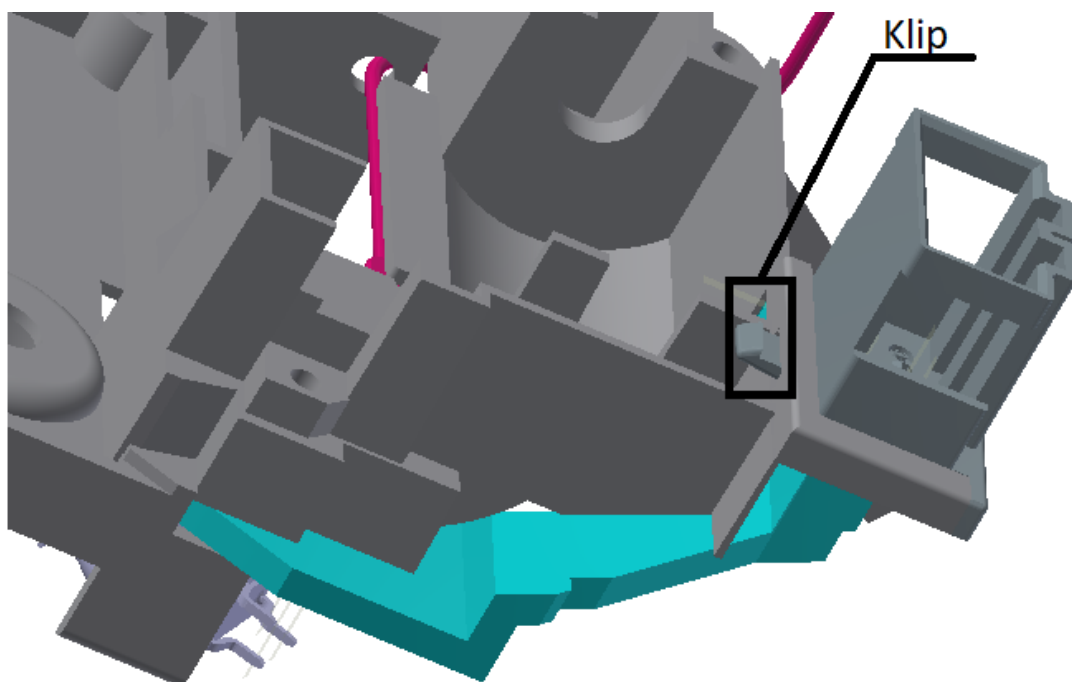


Obr. 40 Pohled na housing zezadu



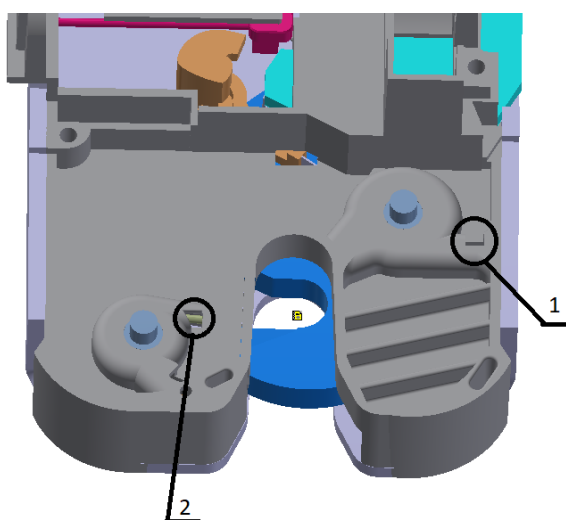
Obr. 40 Pohled na housing (2)

Do housingu (Obr. 41) se namontují vodicí dráhy, konektor, čidla a nouzové otvírání. Konektor a čidla jsou spojeny se zaplastovanými vodicími drahami. Konektor je pak spojen klipem s housingem.



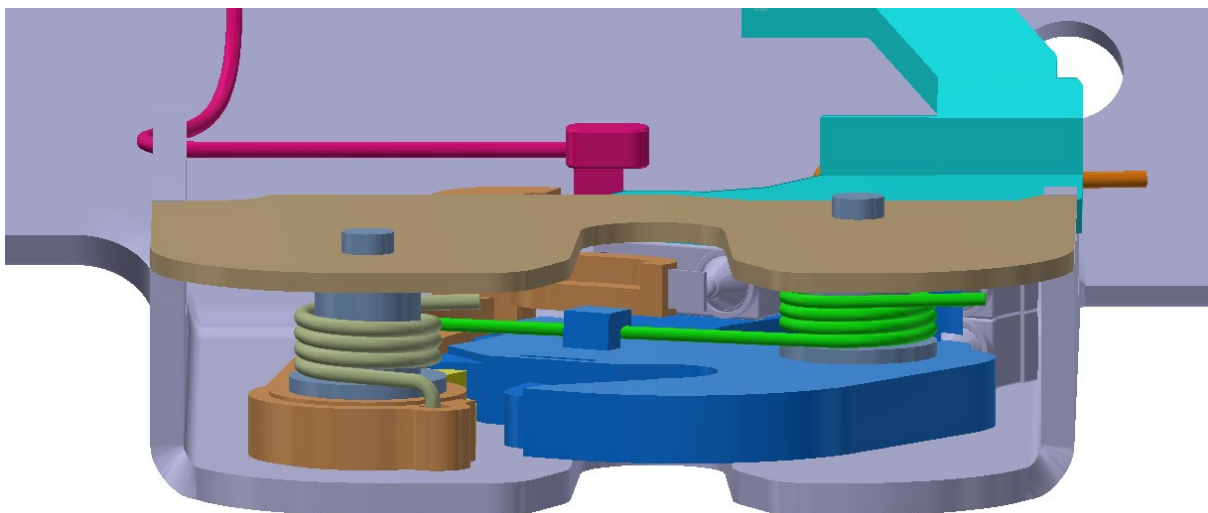
Obr. 41 Klip + Vodící dráhy

Takto kompletní housing se může usadit na čepy. Přes otvory v zaplastování je možné usadit zkrutné pružiny na požadované místo Obr. 42, aby vyvazovaly dostatečné přepětí v rohatce a západce při zavírání mechanismu.



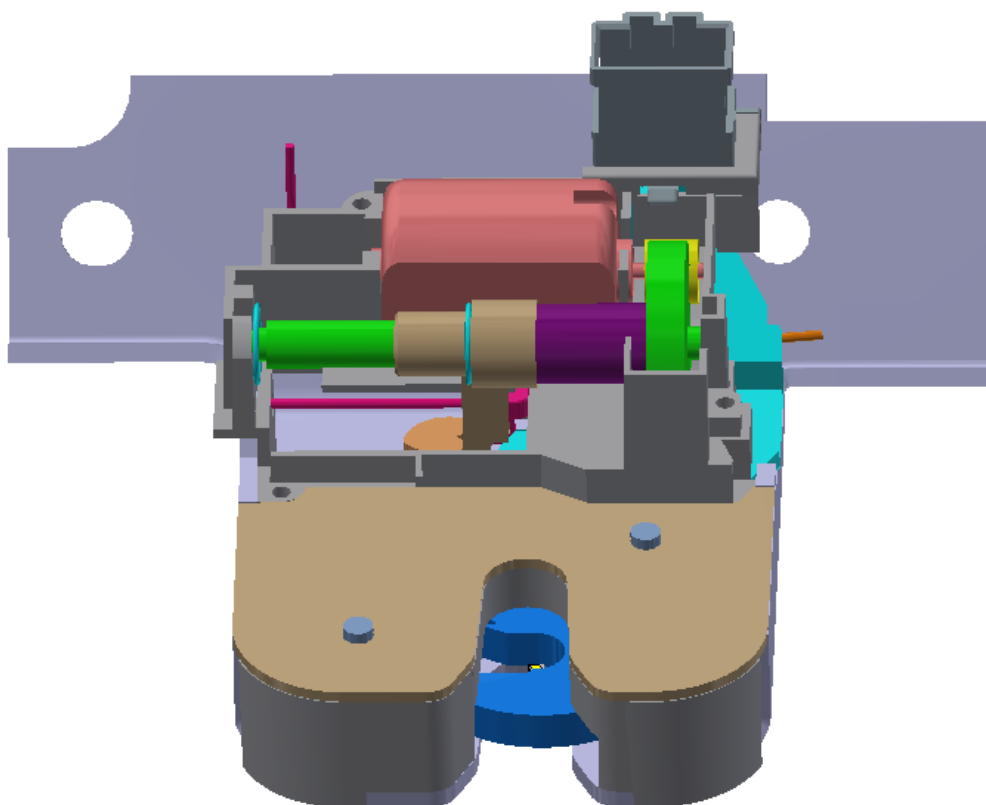
Obr. 42 Napínání pružin

Celý tento celek se uzavře krycí deskou a po té se zanýtuje. Tato deska ještě zvyšuje celkovou tuhost celé součásti. Celkový pohled bez *housingu* s nasazenou *krycí deskou* Obr. 43.



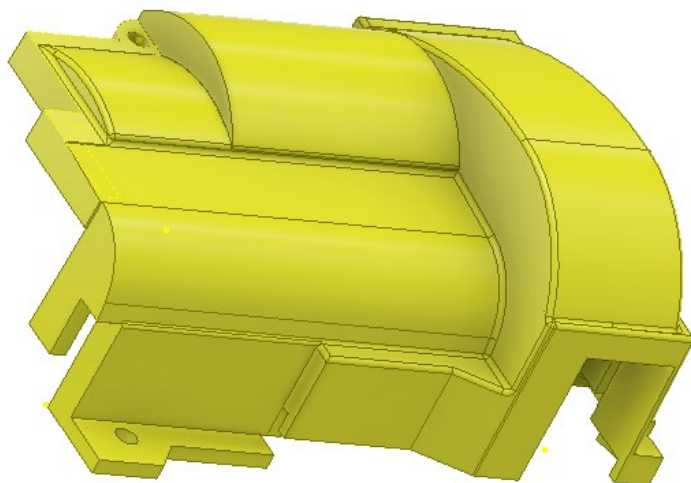
Obr. 43 Krycí deska

Předposlední fází je vložení elektromotorku s pohybovým šroubem (Obr. 44). Elektromotor je napájen přes vodící dráhy.



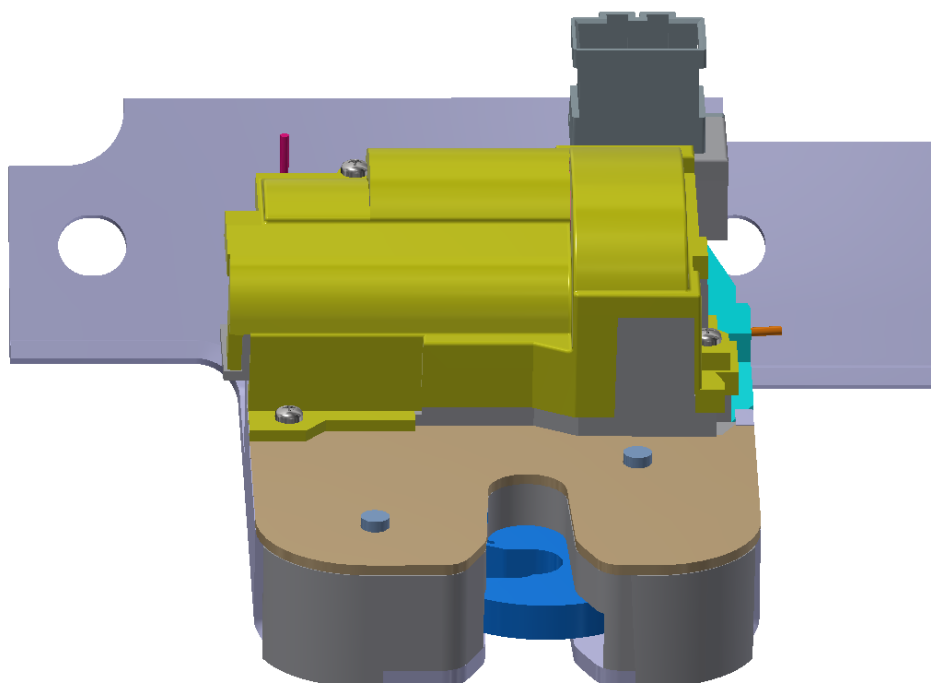
Obr. 44 Předposlední fáze

Po té je celý mechanismus zakrytován a přišroubován třemi šrouby aby bylo možné se dostat k elektromotorku a pohybovému šroubu. Kryt (Obr. 45) splňuje stejné úkoly a podmínky pro vstřikování jako *housing* [7]



Obr. 45 Kryt

Celkový pohled na celý zámek po montáži všech dílů (Obr. 46).



Obr. 46 Zámek

6 Závěr

Celkovým výstupem bakalářské práce je návrh zámku pro automobily nové generace s aktuátory, které se vyskytují v moderních automobilech.

Bakalářská práce je rozdělená na několik částí. V první pojednává o celkovém historickém vývoji zámkových systému a jejich změnách. Dále popisuje části a názvosloví automobilových zámků, jejich testování v laboratořích a celkové podmínky. Tuto pasáž bych označil jako teoretický úvod.

Kapitola 3 *VÝCHOZÍ MODEL ZÁMKU A ZADÁNÍ*. Pojednává o výchozím modelu, ze kterého modifikace vychází a požadavky na zachování původní rozteče pro uchycení do kufru.

Další část řeší celkovou modifikaci, popis jednotlivých prvků a částí zámku.

Následující kapitola pojednává o situaci, kdy je mechanismus extrémně zatížen a přepočtu sil v mechanismu. Tyto síly se přenáší do dvou čepů, které jsou vyšetřeny na: stříh, otláčení a ohyb. Celková bezpečnost vyšla $k_s = 2,4$. Oba čepy jsou uchyceny v *nosné desce*. Při návrhu této součásti byl brán ohled na vhodně zvolený materiál používaný v automobilové výrobě. Nosnou desku jsem podrobil MKP analýze, abych zjistil napětí a celkové prodloužení. To se ukázalo vzhledem k velikosti desky velice malé vůči celkové velikosti desky.

Při návrhu *housingu* bylo nutné dodržet zásady návrhu plastových dílců [7] a dbát na montáž dalších součástí mechanismu. Musel jsem brát v potaz, že *housing* bude vyráběn vstřikováním do dvoudílné formy. Na celé součásti bylo nutné zvolit vhodné úkopy a zaoblení, aby bylo možné *housing* vyjmout ze vstřikovací formy. Dodržoval jsem patřičnou tloušťku stěn, aby nedošlo k nedostatečnému zabíhání ve formě. Materiál jsem zvolil plast (PBT-GF20). Vytváření této součásti bylo asi nejsložitější a zabralo mi nejvíce času. Ukázalo se, že Program Inventor 2019 na takto složité součásti není moc vhodný. *Kryt* jsem navrhoval se stejnými ohledy jako *housing*. V celé práci je naznačeno celkové sestavění jednotlivých prvků.

K této práci příkládám zjednodušenou výkresovou dokumentaci dle firemních zvyků.

Na závěr bych chtěl poděkovat firmě Brano a.s., za možnost uskutečnění studijní stáže a s ní spojenou realizaci této bakalářské práce.

Seznam použité literatury

- [1] Historie zámkařství. Novelo [online]. Brno: NOVELO 91, 2012 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.novelobrna.cz/odborne-clanky/neco-malo-z-historie-zamkarstvi.htm>.
- [2] Egyptsky mechanismus. In: Starověký Egypt [online]. Praha: FELGR PAVEL, 2014 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <http://www.starovekyegypt.net/zajimavosti/prvni-zamky-a-klince-vznikly-v-egypte.php>
- [3] Historie. Idnes [online]. Brno: Marek Burza, 2016 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: https://www.idnes.cz/hobby/domov/historie-zamku-fab.A161014_121706_hobby-domov_bma
- [4] REMEK, Branko. Vývoj automobilu a spalovacího motoru. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2004. ISBN 80-010-2939-5.
- [5] Fort T 1909. In: Car stiling [online]. 2016 [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: http://www.carstyling.ru/en/car/1907_ford_model_t/images/22577/
- [6] Síla na zámek [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: https://www.wish.com/product/5d63a5cf05939d38a4f721a0?hide_login_modal=true&from_ad=goog_shopping&_display_country_code=CZ&force_currency_code=CZK&pid=googleadwords_int&c=%7BcampaignId%7D&ad_cid=5d63a5cf05939d38a4f721a0&ad_cc=CZ&ad_lang=CS&ad_curr=CZK&ad_price=386.00&campaign_id=9038860043&gclid=CjwKCAjwsMzzBRACEiwAx4ILG9-QSFiaG9fQKsE0bSoxdAaeHoV3Nq2dRDzBLIliYRYGBotGGucqQxoCPowQAvD_BwE&share=web
- [7] Brano [online]. [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <http://www.brano.eu/>
- [8] Deska Fabie [online]. In: . [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://www.mihocar.cz/zamek-zadnich-patych-dveri-skoda-fabia-iii-6v0-5e0827505/d-115885>
- [9] Otevírání kufru [online]. In: . [cit. 2020-04-02]. Dostupné z: <https://autobible.euro.cz/sedm-uzitecnych-prvku-vybavy-modernich-aut-ktere-nikdo-nepouziva/>
- [10] Aktuátor pátých dveří osobního automobilu. Ostravě, 2015. Diplomová práce. Technická univerzita Ostrava. Vedoucí práce Doc. Ing. Fries Jiří, Ph.D.
- [11] KALÁB, Květoslav. Interaktivní multimediální PDF Teorie + Projekty [online]. Ostrava, 2016 [cit. 2020-05-1]
- [12] Ocel 11 600. Ferrosteel [online]. [cit. 2020-05-09]. Dostupné z: <http://www.czferrosteel.cz/pdf/tyce-11600.pdf>
- [13] Akro Plastic. Akro Plactic [online]. 2019 [cit. 2020-05-10]. Dostupné z: <https://akro-plastic.com/productfilter/details/7609/>
- [14] Alfun. Alfun [online]. [cit. 2020-05-13]. Dostupné z: <http://www.alfun.cz/ocel>

POUŽITÝ SOFTWARE

CATIA V5 R26 <https://www.3ds.com/>

INVENTOR PROFESSIONAL 2019, <https://www.autodesk.com/education/home>

AutoCAD 2019, <https://www.autodesk.com/education/home>

MICROSOFT OFFICE 2013, <https://www.microsoft.com/cs-cz?rtc=1>

7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha	Název	Číslo výkresu
A	Sestava	Sva-00
B	Čep	Sva-00-01
C	Západka	Sva-00-02
D	Rohatka	Sva-00-03
E	Housing	Sva-00-04
F	Deska krycí	Sva-00-05
G	Nosná deska	Sva-00-06
H	Dotahovač	Sva-00-07